

ISSN 0392-5942

Anno XXXI, n. 4, 2009

Giornale di Didattica e Cultura della Società Chimica Italiana

CnS

LA CHIMICA NELLA SCUOLA

Numero Speciale

IL CURRICOLO DI CHIMICA DELLA DD/SCI
Analisi e proposte

DIDATTICA
STORIA
EPISTEMOLOGIA
AGGIORNAMENTO
ETICA

<http://www.soc.chim.it>
<http://www.didichim.org>



LA CHIMICA NELLA SCUOLA

Anno XXXI
Speciale Ottobre - Dicembre 2009

Direttore responsabile

Pierluigi Riani
Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale
Via Risorgimento, 35 - 50126 Pisa
Tel. 0502219398 - fax 0502219260
e-mail: riani@dcci.unipi.it

Past-Editor

Paolo Mirone
e-mail: paolo.mirone@fastwebnet.it

Redattore

Pasquale Fetto
Via Carlo Iuss, 9
40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. 051463312 cell. 3280221434
e-mail: pasquale.fetto@didichim.org

Comitato di redazione

Liberato Cardellini, Marco Ciardi, Pasquale Fetto,
Paolo Mirone, Ermanno Niccoli, Fabio Olmi,
Pierluigi Riani, Paolo Edgardo Todesco,
Francesca Turco, Giovanni Villani

Comitato Scientifico

Rinaldo Cervellati, Rosarina Carpignano,
Aldo Borsese (*Presidente della Divisione di
Didattica*), Luigi Cerruti, Giacomo Costa,
Franco Frabboni, Gianni Michelon, Ezio Roletto

Editing

Pasquale Fetto
pasquale.fetto@didichim.org

Periodicità: bimestrale (5 fascicoli all'anno)

Abbonamenti annuali

Italia euro 48 - Paesi comunitari euro 58
Fascicoli separati Italia euro 12
Fascicoli separati Paesi extracomunitari euro 15

Gli importi includono l'IVA e, per l'estero le spese di
spedizione via aerea
Spedizione in abbonamento postale Art.2 comma 20/C
Legge 662/96 Filiale di Bologna

Ufficio Abbonamenti

Manuela Mostacci
SCI, Viale Liegi, 48/c - 00198 - Roma
Tel. 068549691 fax 068548734
E-mail: soc.chim.it@agora.stm.it

Copyright 1995 Società Chimica Italiana

Pubblicazione iscritta al n. 219 del registro di
Cancelleria del Tribunale di Roma in data 03.05.1996

La riproduzione totale o parziale degli articoli e delle
illustrazioni pubblicate in questa rivista è permessa
previa autorizzazione della Direzione

La direzione non assume responsabilità per le opinioni
espresse dagli autori degli articoli, dei testi redazionali
e pubblicitari

Editore

SCI - Viale Liegi 48/c - 00198 Roma

Stampa

Centro Stampa DE VITTORIA r.s.l.
Via Degli Aurunci, 19 - 00185 ROMA

SOMMARIO

Premessa di <i>E. Aquilini, A. Borsese</i>	I
Presentazione di <i>T. Pera, F. Olmi</i>	VI
UNO SGUARDO A LIVELLO INTERNAZIONALE	
Il National curriculum finlandese, l'OCSE Pisa e le "Indicazioni.." della DD/SCI) di <i>E. Aquilini</i>	1
Le indicazioni della DDSCI per l'insegnamento delle Scienze: uno sguardo all'Europa di <i>R. Carpignano, G. Cerrato, D. Lanfranco</i>	8
ANALISI E PROPOSTE	
Scuola primaria	
La costruzione del curriculum verticale di scienze nella mia esperienza di insegnante di scuola primaria di <i>R. Nencini</i>	20
Scienze e linguaggio: intreccio tra l'educazione scientifica e l'educazione linguistica nella scuola primaria di <i>R. Carpignano, G. Cerrato, D. Lanfranco, E. Meloni</i>	25
Per una rivalutazione culturale dell'insegnamento scientifico di <i>R. Biavasco et al.</i>	39
Scuola Secondaria di I grado	
Riflessioni sul curriculum di chimica per la scuola secondaria di I grado di <i>A. Pezzini, D. Sorgente</i>	54
Scuola Secondaria di II grado - Biennio	
L'atomismo chimico di <i>A. Testoni</i>	61
"Il curriculum sperimentato" e le proposte della DD/SCI Un percorso didattico per la 1° classe del Biennio I. T.I di <i>R. Grassi</i>	65
Scuola Secondaria di II grado Triennio non specialistico	
Il curriculum di chimica proposto dalla DD/SCI per il triennio non specialistico e i regolamenti di <i>M. V. Massidda</i>	76
Appunti a margine delle indicazioni per il curriculum verticale di chimica di <i>M. Filippi</i>	81
Scuola Secondaria di II grado Triennio specialistico	
Il curriculum verticale di chimica: il caso degli Istituti Agrari di <i>C. Duranti</i>	83

PENSARE IL CURRICOLO PER LA CITTADINANZA

Le scienze rappresentano uno dei cardini culturali della nostra società in rapida evoluzione. Gli studenti, però, non devono certo confrontarsi con la ricerca di punta sviluppata in ambito specialistico, ma devono ricevere una formazione di base che permetta loro di sviluppare un pensiero razionale contro la superficialità dei luoghi comuni e l'accettazione acritica di spiegazioni non fondate, come diritto di cittadinanza. Poiché l'apprendimento delle scienze è legato al significato dei concetti disciplinari, il loro insegnamento si deve preoccupare di organizzare razionalmente i contenuti. All'interno della Commissione Curricoli si è cercato di dare una struttura adeguata alla loro articolazione in grado di ottenere, nei vari livelli di scuola, lo sviluppo e la crescita dei concetti scientifici. Queste indicazioni speriamo possano essere un riferimento per l'insegnante di ogni ordine e grado che senta la necessità di confrontare il suo lavoro con quello di altri che hanno riflettuto su alcuni aspetti del curriculum scientifico e, in particolare, chimico.

In generale, però (e quindi anche per le scienze), l'apprendimento non dipende solo da fattori esterni, come l'organizzazione dei contenuti disciplinari, ma anche (e prima di tutto) da fattori che riguardano la persona che apprende. In definitiva lo studente è, e deve stare, al centro del processo di insegnamento-apprendimento. Le caratteristiche dell'alunno sono individuabili facendo riferimento alle diverse componenti che ne costituiscono l'interiorità: quella emozionale, quella delle sue competenze cognitive, quella delle sue competenze linguistiche. Sono certamente tutte coinvolte nel processo di apprendimento e, qui di seguito, se ne tenta una breve analisi.

* La componente emozionale: comprende tutte le sensazioni e i sentimenti dell'individuo alunno, ha un ruolo centrale nella comunicazione e non è facile controllarla. È determinata da numerosi fattori quali, ad esempio: attitudini e predisposizioni, tendenze, propensioni caratterologiche, credenze, eventuali patologie, conoscenze, abilità, intenzioni, desideri, obiettivi, aspettative, impulsi. Sono questi fattori che, insieme al vissuto scolastico precedente, all'immagine della disciplina oggetto dell'intervento didattico, alle caratteristiche del docente, determinano l'interesse, la motivazione, l'impegno, la volontà, i pregiudizi, le decisioni, l'attenzione, la concentrazione e, conseguentemente, influiscono sull'interazione, sull'azione e sulla prestazione (Villoro, 2002)¹.

La connotazione di questa componente si va cristallizzando al crescere dell'età, e dipende anche dalla condizione familiare, dalla condizione sociale, dalla formazione morale, dal vissuto precedente (Campbell, 1963)².

* Le competenze cognitive: sono rappresentate dalla struttura concettuale dell'individuo e lo sviluppo di tale struttura dipende dal modo in cui l'individuo acquisisce nuove conoscenze; per esempio, se l'apprendimento è esclusivamente di tipo memoristico, le nuove informazioni che arrivano difficilmente interagiscono con ciò che già si conosce; conseguentemente molto spesso non si trasformano in sintesi concettuali, non raggiungono, cioè, la memoria a lungo termine e si limitano a disporsi una accanto all'altra, intasando pericolosamente lo spazio disponibile nella memoria a breve termine; sono, in genere, dei «saperi effimeri». Se, invece, l'apprendimento si realizza in modo che le nuove conoscenze possano interagire con quelle che già si possiedono, la struttura concettuale si arricchisce: si consolidano concetti già presenti e/o se ne acquistano di nuovi (Cavallini, 1989)³.

* Le competenze linguistiche: sono fondamentali per poter accedere alla conoscenza. Il mancato possesso del linguaggio comporta, infatti, la quasi totale impossibilità di assumere informazioni.

Una delle finalità prioritarie della scuola dovrebbe essere quella di condurre tutti gli alunni al possesso delle procedure d'uso e di interpretazione del linguaggio e l'educazione linguistica degli allievi dovrebbe essere uno degli obiettivi prioritari degli insegnanti, indipendentemente dalla disciplina che insegnano (Titone, 1981)⁴.

1. Villoro L. (2002), *Creer, saber, conocer*, Buenos Aires, Siglo Veintiuno.

2. Campbell D.T. (1963), *Social attitudes and other acquired behavioral dispositions*. In S. Koch, *Psychology: A study of a science*, New York, Mc Graw Hill, pp. 94-172.

3. Cavallini G.(1989), *Insegnamento scientifico e processi cognitivi*, «Scuola e Città», n. 8, pp. 321-327.

4. Titone R. (1981), *Il linguaggio nell'interazione didattica*, Roma, Bulzoni

Premessa

È evidente che se le componenti che influenzano il processo di insegnamento-apprendimento si riescono a controllare, se si individuano, cioè, le strategie per renderle favorevoli, la comunicazione didattica sarà efficace e gli alunni raggiungeranno gli obiettivi. Si realizzerà una condizione di idealità nella quale dominerà la comprensione (Vincenzi, 1986)⁵.

Se si vuole avvicinare questa condizione, è certamente necessario riflettere sulle tre componenti che influenzano la comunicazione citate prima, individuarne il ruolo nel processo di apprendimento e operare su ciascuna per disporla favorevolmente.

Prima, però, anche allo scopo di meglio riconoscere i diversi ruoli di queste componenti, si ritiene fondamentale operare una distinzione tra «comprensione» e «comprensibilità». Una comunicazione didattica si definisce «comprensibile» quando il percorso è costruito in modo che l'alunno o l'alunna dei vari gradi di scuola, sia in grado di comprenderlo. La realizzazione di questa condizione rappresenta il livello minimo perché ci sia reale apprendimento. Cioè, il messaggio che si vuole proporre è stato messo a punto tenendo conto delle caratteristiche specifiche degli interlocutori a cui viene rivolto (Borsese, 2005)⁶.

Si vuole distinguere, cioè, tra «comprensibilità», definita come tutto ciò che deve appartenere a un testo, a un percorso perché il processo di comprensione e quindi di apprendimento possa avvenire, e «comprensione», intesa come la condizione in cui il processo di comprensione si realizza effettivamente. Cioè un messaggio può essere comprensibile per quel certo alunno o alunna ma poi non effettivamente compreso: esistono altri fattori che entrano in gioco e che consentono o meno di trasformare la comprensibilità in comprensione effettiva: e sono elementi di carattere psicologico e pedagogico come la presenza di interesse, motivazione, buon rapporto con le e gl'insegnanti, i compagni, le compagne, la situazione familiare, l'eventuale situazione di disagio sociale. È la componente definita «emozionale», «affettiva» che governa il delicato passaggio tra comprensibilità e comprensione. Si può affermare che la comprensibilità rappresenta una condizione necessaria perché si realizzi la comprensione ma non una condizione sufficiente (Lumbelli, 1996)⁷.

Dunque, avere distinto la comprensibilità dalla comprensione favorisce l'individuazione dei ruoli, delle funzioni delle componenti che governano la comunicazione: la comprensibilità di un certo messaggio dipende fondamentalmente dalle competenze linguistiche e cognitive di chi lo riceve mentre la comprensione effettiva dipende esclusivamente dalla componente emozionale.

Crediamo valga la pena soffermarsi un poco su questa schematizzazione; essa permette di riconoscere chiaramente il compito primario di un insegnante, realizzare un messaggio comprensibile.

Una volta che si sono create le condizioni perché il messaggio venga ricevuto così come si propone l'insegnante, c'è il problema di verificare se in pratica alla comprensibilità del messaggio corrisponde una comprensione effettiva da parte di chi lo riceve. Cioè se tutte le caratteristiche che sono state introdotte nel messaggio perché possa essere compreso da quegli specifici studenti sono state sufficienti a far effettivamente giungere il messaggio così come voleva l'insegnante. Esistono altri fattori che entrano in gioco e che condizionano il passaggio dalla comprensibilità alla comprensione. Si tratta di fattori che hanno a che fare con l'interesse e la motivazione e che quindi dipendono, tra l'altro, dall'insegnante e dalla materia insegnata.

La comprensibilità rappresenta dunque una condizione necessaria perché si realizzi la comprensione ma non una condizione sufficiente. Per valutare la comprensione effettiva occorrerà fare prove frequenti di valutazione formativa; queste potranno permettere di individuare il messaggio ricevuto dagli studenti e quindi eventualmente di modificare il proprio intervento didattico.

Esistono differenti livelli di comprensione di un concetto che dipendono, si diceva già prima, dalla struttura concettuale correlata che si possiede. E questa struttura non determina solo il livello di comprensione ma può influire anche sulla rigidità o sulla flessibilità del modello. In realtà la capacità di avere un atteggiamento riflessivo nei confronti delle proprie conoscenze, e più in generale nei confronti dei concetti e delle teorie, dipende anche fortemente dal modo con cui questi concetti e queste teorie ci sono stati trasmessi. Cioè, anche in questo caso, l'insegnante esercita un ruolo fondamentale e la sua visione epistemologica (sia la sua immagine della scienza sia le sue idee sull'apprendimento) influisce sul modo con

5. Vincenzi A.B. (1986), *Migliorare l'interazione in classe*, «Nuova Secondaria», n. 9, pp. 15-18.

6. A.Borsese, Comprensibilità, comprensione e comunicazione didattica, *Orientamenti Pedagogici*, vol.52, n.5, 2005, 739-747

7. Lumbelli L. (1986), *Il problema della soglia tra comprensione e incomprensione: linguistica e psicologia cognitivista*. In T. De Mauro et al. (a cura di), *Linguaggi*, pp. 17-25.

cui sviluppa il suo insegnamento e conseguentemente sul modo di pensare dei suoi studenti.

Scegliere i contenuti, privilegiare lentezza e profondità per costruire competenze

Dalla scuola dell'Infanzia al triennio specialistico, la nostra proposta è quella di passare dalle definizioni operative ai concetti scientifici consolidati, in modo graduale, dando tempo al tempo. Privilegiare tempi lunghi e distesi nell'insegnamento permette di *fare attenzione* alle necessarie propedeuticità, alle risposte e agli atteggiamenti degli allievi, vuol dire seguire e controllare il processo di apprendimento. E' importante non avere fretta nel passare da un argomento all'altro. Lentezza significa anche profondità nell'affrontare le tematiche che si studiano e nel rapporto fra alunni e docenti. Avere tempo per osservare gli alunni, *per essere* in relazione con loro, senza recitare solo una parte, è fare scuola, è stare dentro il processo educativo. E la profondità implica la scelta di pochi argomenti da affrontare. Occorre *scegliere e concentrarsi*.... l'indicazione dei 40 Saggi, è più che mai attuale ed importante per la didattica. Senza la riflessione che deriva dalla *lentezza* è difficile porre al centro l'allievo nella costruzione dell'apprendimento.

Bruner aveva già agli inizi degli anni 60' colto la necessità di "scegliere" per potere dotare le nuove generazioni delle conoscenze e delle abilità fondamentali: "Vi sono troppi particolari da insegnare e da apprendere: se vogliamo rendere giustizia alla nostra evoluzione, abbiamo bisogno, come mai in precedenza, di un modo di trasmettere le *idee* e le *abilità* più importanti e le caratteristiche acquisite che esprimono e che ampliano i poteri dell'uomo"...."In ogni ambito disciplinare, tra le abilità fondamentali da sviluppare negli studenti vi sono indubbiamente quelle di tipo linguistico, nel senso del "*linguaggio come veicolo del pensiero*". Negli ultimi anni, vari studi hanno messo in evidenza l'effetto deleterio di ambienti umani culturalmente deprivati... Le deficienze più notevoli sembra siano di tipo linguistico, nella accezione più ampia, cioè la mancanza di occasioni di partecipare a un dialogo, di fare delle parafrasi, di assimilare il linguaggio come veicolo del pensiero. Nessuna di tali questioni è ben chiara, ma sembra restar valido il principio precedentemente esposto, e cioè che qualora non siano state debitamente acquisite alcune *capacità elementari*, divengono poi sempre più irraggiungibili le *capacità più complesse*".⁸

*"Il contributo che l'insegnamento scientifico può dare nella scuola di base allo sviluppo delle competenze osservativo-logico-linguistiche è fondamentale; ma tale contributo è possibile solo se i contenuti su cui si lavora, se gli esperimenti che vengono effettuati sono effettivamente alla portata degli alunni. Occorre lavorare sperimentalmente, occorre far discutere gli alunni, ma se si fanno discutere su problematiche che non sono in grado di comprendere, a cosa serve?... Occorre, secondo me effettuare scelte radicali sui contenuti: competenze metodologiche adeguate possono essere sviluppate nell'alunno solo se sono stati individuati i contenuti adatti."*⁹

Quindi occorre scegliere e concentrarsi per attivare i processi che portano alla formazione di competenze. Sono state date molte definizioni di competenza. Per Cambi, si tratta di un concetto articolato, complesso che se viene ridotto soltanto ad alcuni suoi aspetti perde di significato. Innanzitutto, senza un bagaglio strutturato di conoscenze (e strutturato significa articolato in aree disciplinari), non vi sono competenze. "Dal complesso lavoro sui saperi devono emergere due tipi di competenze: una <<di contenuto>> e una <<di forma>>". Mentre la prima è legata al possesso di conoscenze specifiche, la seconda "è più una *forma mentis* transdisciplinare, orientata in senso *scientifico e critico*". I saperi implicano inoltre sempre un <<saper fare>>, e ciò significa che i saperi scolastici non possono rimanere inerti, devono essere applicati; non vi è cioè competenza senza questi <<saper fare>> che sono poi specifici dei vari ambiti culturali. Infine, un'altra dimensione fondamentale delle competenze è dato dallo sviluppo di capacità riflessive e critiche sui saperi, perché non vi è "conoscenza vera se il conoscere non si applica anche alla conoscenza stessa... Metaconoscenza è possedere dispositivi di lettura trasversale sui saperi, quali la complessità e la narrazione." Tutto ciò deve condurre da una parte "ad apprendere ad apprendere" e dall'altra a stimolare atteggiamenti personali verso la conoscenza, quali *il gusto del conoscere*.

In altre parole, la scuola delle competenze, così intese nella loro complessità e organicità, implica una <<rivoluzione didattica>> che indubbiamente è già in corso da molto tempo grazie alle sperimentazioni condotte dalla parte più innovativa della scuola, ma che ha bisogno di essere generalizzata ed istituzionalizzata. Implica inoltre "una pedagogia molto più ricca e sofisticata rispetto a quella attuale e una

8. J. Bruner, *La cultura dell'educazione*, Milano, Feltrinelli, 1997, p. 51.

9. A. Borsese, *Insegnamento della chimica, immagine della chimica, ruolo dei contenuti nella comunicazione didattica*, Scuola Estiva di Chimica, vol. I, 171, 2000.

Premessa

didattica scolastica radicalmente rinnovata rispetto al formalismo del passato e del presente (da quello disciplinare-espositivo-valutativo e da quello programmatorio-verificatorio)”. E’ necessario conseguentemente un profondo rinnovamento didattico- relazionale che può essere sintetizzato in tre aspetti centrali, tra loro strettamente intrecciati: ricerca, costruttivismo e motivazione. “La ricerca produce motivazioni e, nel contempo, postula un approccio costruttivo ai saperi, che faccia tesoro, cioè, delle conoscenze pregresse e su quelle venga edificando il ricercare”¹⁰.

Il laboratorio didattico e la narrazione

Gli insegnanti devono riflettere sul fatto che la conoscenza della propria disciplina e l’esperienza scolastica (due aspetti certamente importanti), non sono sufficienti a produrre formazione per tutti gli studenti, senza un’approfondita riflessione sul ruolo della didattica nell’incontro degli studenti con le discipline. Il ruolo svolto da un laboratorio didattico, ad esempio, è ben diverso da quello svolto da un laboratorio scientifico posto in una struttura di ricerca. Non si può pensare, per un malinteso senso del metodo scientifico, che l’attività sperimentale sia di per sé sufficiente alla comprensione dei fenomeni scientifici. Si danno casi, dove non c’è esperienza che possa portare lo studente a passare da ciò che osserva all’enunciazione del principio. Ma più in generale l’attività di laboratorio, anche nei casi più trattabili, non può essere fine a se stessa perché gli studenti prima di verificare una data legge hanno la necessità di comprendere su quali oggetti fisici e chimici si sta lavorando, quali sono le loro relazioni e come si è giunti fino a un dato punto superando le concezioni di senso comune (non poche ricerche dimostrano quanto la comprensione dei concetti sia lontano dagli studenti che pure frequentano i laboratori). La ricercatrice Rosalind Driver¹¹, nel suo testo *L’allievo come scienziato*, a proposito della frase ad effetto “*se faccio capisco*”, sostiene che spesso vale il contrario “*se faccio resto ancora più confuso*”. La confusione nasce da un uso improprio del laboratorio che costringe gli studenti a concentrare tutta l’attenzione su misurazioni, tabelle, numeri significativi, grafici e errori. Quello che può aiutare gli studenti è, se mai, la possibilità, all’interno di un ben definito percorso didattico, di osservare i fenomeni con riferimento alle nuove coordinate teoriche.

I fenomeni studiati tramite gli esperimenti, per diventare acquisizioni concettuali significative, devono essere interpretati in modo scientifico. E nella scuola di base, ad esempio, per *modo scientifico* intendiamo *non legato solo alla percezione individuale ma al significato condiviso* che nasce da un confronto di idee, di ipotesi, di ragionamenti che vengono fatti all’interno della classe sotto la regia dell’insegnante. Si usa il linguaggio quindi per costruire concetti scientifici a partire dai concetti di senso comune che derivano, a loro volta, da schemi mentali usati nella quotidianità.¹²

L’intersoggettività è una delle dimensioni caratterizzanti dell’impresa scientifica che ha nella collaborazione e nella condivisione, ma anche nel confronto costante, uno dei motori propulsivi della ricerca. Anche in classe questo aspetto deve essere valorizzato superando un approccio individualista che obbliga lo studente a una conoscenza non condivisa e acquisita soltanto per trasmissione. La funzione del linguaggio è esplicativa e interpretativa, quando la narrazione dell’esperienza ha un ruolo di primo piano nell’acquisizione dei concetti scientifici. Bruner, nel bellissimo libro *La cultura dell’educazione*, attribuendo alla narrazione un ruolo centrale anche nel rinnovamento dell’insegnamento scientifico, scrive:

“Partirò da alcune affermazioni ovvie. Una narrazione comporta una sequenza di eventi, ed è dalla sequenza che dipende il significato”¹³. “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. Trasporremo 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*, così da poter distinguere più facilmente che cosa è ambiguo e incoerente e quindi deve essere spiegato ... 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”¹⁴.

10. Franco Cambi, *Saperi e competenze*, Laterza, Bari, 2004, pp. 27, 32, 18.

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

12. L.S. Vygotskij, *Pensiero e linguaggio*, Giunti - G.Barbera, 1969.

13. J. Bruner, *La cultura dell’educazione*, Feltrinelli, Milano, 1997, p.135.

14. Ibidem p.138-140.

La narrazione è importante per impostare il confronto, la discussione collettiva, la revisione delle proprie osservazioni e convinzioni, per costruire in classe una comunità di apprendimento. La ricostruzione narrativa delle esperienze e dei fatti indagati permette la socializzazione delle conoscenze all'interno della classe in funzione dell'elaborazione di un pensiero condiviso.

La metodologia che valorizza l'approccio sperimentale alla risoluzione di problemi e ne esalta le potenzialità formative, prevedendo una sequenza di operazioni in cui l'allievo non è un esecutore che mette in pratica operazioni suggerite da una "ricetta", ma un individuo che riflette sul modo di condurre l'esperienza, la realizza, raccoglie i dati, analizza i risultati e li comunica.

Questo modo di lavorare consente di accrescere le abilità logico-linguistiche degli allievi, le loro capacità di valutare ciò che conoscono e di rapportarsi con gli altri. Tutto ciò può avvenire solo attraverso una sollecitazione sistematica ad esprimere il proprio punto di vista, confrontarlo con i compagni e sottoporre a verifica le proprie affermazioni.

Una didattica di tipo metacognitivo poi, può condurre a risultati d'apprendimento significativi e si rivela davvero importante, soprattutto ove il fine sia accrescere l'autonomia cognitiva degli allievi.

Il Curricolo lo fa la scuola

Il curricolo che l'insegnante va a costruire con le sue classi è dato dai fattori che abbiamo appena indicato: la scelta dei contenuti, la didattica laboratoriale, i tempi distesi, la narrazione, le competenze da raggiungere. Tutti questi "ingredienti" si giocano e si fondono nella relazione educativa alunno-docente. Questa alchimia nessuno la può insegnare, neanche noi chimici. L'insegnamento è principalmente una relazione umana, non sostituibile da nessun'altra relazione umana. Socrate ce lo ha insegnato e ce lo dobbiamo ricordare. C'è una sfera cognitiva e affettiva che si sviluppa, cresce, si evolve. E' deleterio proporre modalità di lavoro che non siano rispettose di questa sfera, che in qualche modo "buchino" quella bolla di contenuti emozionali che è il sé di ogni alunno.

Costruire il curricolo è essenzialmente costruire il messaggio: *tu ce la puoi fare*. E' un messaggio che deve arrivare ad ogni alunno e ne sottintende un altro, non meno importante: *io ti riconosco come studente che ha la sua storia. Partiamo da qui per costruire la nostra storia*.

Questo numero speciale di CnS fa riferimento al testo licenziato ufficialmente dalla Commissione Curricoli (CC) della DDSCI nell'Ottobre 2008 e disponibile sul sito della Divisione <http://www.didichim.org/>. Esso prende posizione sul tema della verticalità e soprattutto su quello della formazione nell'ambito delle scienze sperimentali nella scuola di base e della Chimica nella scuola secondaria di primo e secondo grado e raccoglie una serie di contributi a commento delle nostre "Indicazioni per il curricolo...".

Perché raccogliere contributi sui nostri materiali in un momento così delicato per la scuola? Perché la DDSCI ha come finalità essenziale fare cultura e ciò costituisce un imperativo che vale a maggior ragione proprio nei momenti che appaiono bui, dove errori strategici, pressapochismo e incertezza sembrano frustrare chi si occupa di didattica attiva, quella che si misura giorno dopo giorno con i volti degli studenti, bambini, adolescenti o giovani adulti. E' ai ragazzi ed ai loro insegnanti che abbiamo pensato consegnando alle stampe questo speciale, sicuri che una scuola nuova, vera e viva è possibile perché per ogni insegnante "*Le parole possiedono la capacità di creare mondi*" (Alves): questa affermazione ci pare colga l'essenza delle considerazioni che proponiamo in questo numero di CnS.

Questa pubblicazione, inoltre, testimonia il superamento di un confine che proietta la DDSCI in una prospettiva diversa dalla precedente: qui la DDSCI, senza rinnegare nulla del suo passato, sceglie di uscire dallo stretto disciplinarismo che per molti anni è stato comunque riferimento implicito anche per i curricoli della scuola dell'infanzia e della scuola primaria. Le "Indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo di istruzione" (Settembre 2007) definiscono infatti, a livello di scuola primaria, il filone curricolare Scienze Naturali e Sperimentali (accanto a quello matematico e tecnologico) individuando in esso temi (campi di esperienza) ed obiettivi di apprendimento multi o interdisciplinari. "Sarà necessario ricercare come recita la Premessa alle nostre "Indicazioni ..." - con diverse modalità per ciascun livello scolare, la collaborazione degli altri ambiti disciplinari dell'area scientifica (Fisica e Scienze Naturali) per giungere ad una proposta complessiva e organica di insegnamento delle Scienze Sperimentali per l'attuale scuola italiana".

La diversità di impostazione che la DDSCI propone nei suoi documenti anche rispetto a quelli elaborati da altre associazioni si riferisce a tutti i livelli di scolarità e riguarda il deciso e irreversibile spostamento dell'asse sul quale far ruotare la didattica: da una didattica pensata come "interna alla disciplina" e sostanzialmente piegata sulla sua epistemologia, quella sancita e condivisa dal mondo accademico, si passa ad una didattica "proiettata all'esterno", dove la disciplina diventa "materia di insegnamento" e, soprattutto, dove la centralità vera del processo insegnamento-apprendimento viene effettivamente riconosciuta allo studente e non all'insegnante.

Naturalmente ciò non significa affatto sminuire l'importanza dell'insegnante rispetto alla didattica, né rinunciare alle cornici epistemiche della Chimica che soprattutto dalla scuola secondaria di primo grado in poi vengono a delinearci: significa però considerare lo studente come soggetto pienamente riconosciuto nel suo stesso processo di apprendimento e l'insegnante come guida insostituibile, "allenatore" motivato, i cui sforzi si sviluppano nella relazione di compatibilità tra saperi, allievo e mondo reale.

La sostenibilità del modello scuola, che si riduce troppo spesso a valutare apprendimenti senza interrogarsi su cosa, sul come si apprende e sul perché dei processi, non è più ambito di compromesso: *la scuola è per gli allievi o semplicemente "non è"*. Non è infatti un caso che le proposte curricolari che la DDSCI ha licenziato sono pensate in riferimento a competenze, di cui gli apprendimenti (nozioni e reti concettuali) sono condizione necessaria ma non sufficiente: disporre di apprendimenti non garantisce automaticamente la disponibilità di competenze visto che queste, per manifestarsi in contesti di realtà, debbono certo giovare degli apprendimenti a cui però si connettono comportamenti coscienti dell'allievo quali capacità di scelta, assunzione di responsabilità, capacità di approfondimento, coscienza del proprio ruolo, ricorso ad una memoria non cumulativa, capacità di richiamare e generare risorse utili, capacità di trasferire risorse in contesti diversi e così via.

Nella proposta della Commissione Curricoli della DDSCI appare anche chiara la scelta di far leva su una didattica legata alla vita e alla centralità degli studenti tanto che in essa sono assolutamente riconoscibili gli elementi innovativi del Piano nazionale "Insegnare Scienze Sperimentali" (ISS) in atto ormai in tutto il Paese da tre anni :

i contesti di senso si articolano a partire dai casi della vita quotidiana che vengono assunti come realtà di

Presentazione

riferimento per la scuola primaria; da lì si prende spunto in ogni caso, anche se poi, già a partire dalla secondaria di primo grado e sempre più nei successivi livelli di scolarità, le materie di insegnamento svelano pian piano un contesto di senso più strutturato e formalizzato, prossimo alla disciplina ma mai chiuso su questa, sempre aperto alla realtà dei fenomeni come chiave prioritaria per “abitare” coscientemente e sapientemente il mondo;

la didattica laboratoriale che si misura con la sperimentazione, ma che non si chiude sulla sola operatività di laboratorio, spesso esclusivamente verificativa, ma si apre progressivamente all’idea di progettazione della ricerca sperimentale stessa, con tutti i problemi e gli imprevisti che ciò permette di incontrare. Anche qui vi è una importante dimensione che la DDSCI mette in luce su un aspetto chiave dei metodi sperimentali: leggendo i documenti appare chiaro che il metodo galileiano va certamente proposto agli allievi come fattore fondamentale della loro formazione riferita alla storia delle Scienze e tuttavia l’obiettivo di competenza non ne prevede la pedissequa e acritica applicazione in termini di fasi, bensì la contaminazione con altri metodi e la rielaborazione esperienziale da parte di ogni allievo in formazione, che proprio dalla esperienza maturata e accudita dal docente-allenatore trae linfa per costruire un proprio metodo di “sperimentazione e investigazione scientifica”¹;

la verticalità non solo e non tanto intesa come successione temporale o propedeutica tra livelli di scolarità, bensì come *processo complessivo* che può svilupparsi in modo lineare e quantico, rettilineo e a spirale, in dimensione sincronica e diacronica;

i traguardi di competenza legati ai comportamenti che, pur discendendo da apprendimenti in contesto dato, cercano di decontestualizzarli permettendone la fruibilità più ampia.

Il lavoro della CC della DD/SCI ha cercato di cogliere le innovazioni metodologiche ormai diffuse a livello internazionale, soprattutto per la scuola di base ma estese anche agli altri livelli scolari, secondo cui il curricolo “è organizzato sulla base di competenze e non più su una serie di nozioni da memorizzare”² o comunque su un insegnamento *non più trasmissivo*: questi principi informano, ad esempio, la scuola in Francia con *La main à la pâte*, in Germania con *Pollen e Sinus Transfert*, in quasi tutti i paesi della UE con i profili e le raccomandazioni derivanti dal *progetto Rocard*, in Inghilterra con il “*14-19 Education and Skills*” e in particolare con le indicazioni riportate nel programma di scienze “*Key stage 3*” (per gli allievi di 11-14 anni), in Italia con il *Piano ISS*, e anche negli USA con *Take Science on School*. Vale qui la pena di notare che dall’indagine comparata di questi piani o programmi o progetti diffusi nei vari paesi a partire dagli anni 2004-2006 emerge un principio che informa di sé i curricoli: l’idea che *la didattica debba badare più alla qualità che alla quantità, che ogni classe è luogo di diversità, che il pensiero divergente non può essere relegato come incongruità, ma valorizzato come risorsa, che ogni allievo è un cittadino con bisogni e tempi formativi diversi che vanno rispettati*, che la motivazione di ogni studente non sia dote innata e imm modificabile, ma che vada promossa e coltivata in termini di responsabilizzazione, che la verifica degli apprendimenti è cosa differente dalla verifica delle competenze e che dunque la valutazione nei due casi, pur complementare, si sviluppa secondo prospettive differenti.

Il tratto che attraversa i contributi che ci sono pervenuti dai vari autori coglie, seppur in modi e forme differenti, questa esigenza di innovazione culturale che la CC della DDSCI ha testimoniato e che intende perseguire.

Dopo una prima parte introduttiva rivolta a collocare le proposte della DD/SCI in un contesto internazionale, almeno esemplare, i 9 contributi che presentiamo, che coprono tutti i diversi livelli scolari, sono il risultato di attento esame dei materiali della CC da parte di docenti ed intellettuali rigorosamente esterni alla Commissione Curricoli della DDSCI, proprio per rispettare la laicità di un giudizio sereno e per stimolare ulteriori riflessioni libere da qualsiasi condizionamento.

In conclusione, riteniamo che l’operazione portata a termine dalla Commissione Curricoli della DDSCI, pur attraverso un confronto a volte serrato e a tratti persino aspro, ci consegna finalmente una prospettiva di lavoro carica di aspetti etici e di rigore scientifico, di riflessione sulla relazione tra cognizione e metacognizione, di profondo rispetto per i diritti di cittadinanza come condizione “attiva” dell’emancipazione di studenti e docenti e di prospettive di sviluppo per il mondo delle Associazioni Scientifiche accademiche e degli insegnanti.

Confidiamo che i lettori vogliano entrare nel merito dei dettagli leggendo sia gli articoli che analizzano e aprono importanti prospettive di riflessione, che i materiali della Commissione Curricoli che ne costituiscono lo sfondo di riferimento. Non ci resta dunque altro che augurare buona lettura a tutti nella speranza che quanto riportato in questo CnS speciale stimoli ulteriori interventi così da testimoniare concretamente che, sulla scorta della metafora di R. Alves, effettivamente “*l’appetito venga mangiando*”.

1. AA.VV, “*L’Insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa. Politiche e ricerca*”, p.115 in I quaderni di Eurydice, N. 26; MPI-Indire, 2006.

2. Vedi nota 2, ibidem, p. 55.

Il national curriculum finlandese, l'OCSE PISA e le indicazioni della DD-SCI

Eleonora Aquilini *

*ITIS "G.Marconi" Pontedera -PI
ele.aquilini@tin.it

Riassunto

L'inefficacia dell'insegnamento scientifico in Italia viene spesso motivato con i risultati deludenti ottenuti nell'indagine OCSE-PISA del 2003 e del 2006. L'analisi delle premesse e delle prove riportate nei resoconti del 2006, porta a pensare che l'idea di competenza scientifica indicata nelle varie accezioni per i quindicenni non sia realmente commisurata all'età degli alunni. Nel caso delle scienze manca, inoltre un'idea implicita di curricolo. Gli studenti devono sapere un po' di tutto e saperlo trasferire nei vari contesti. La stessa cosa non si può dire per le stesse indagini fatte per la matematica: test migliori individuano competenze legate al saper leggere e comprendere un testo ed essere capaci di ragionarci sopra in modo logico e coerente.

Nonostante che nell'indagine OCSE-PISA si dichiara che le prove sono state elaborate non tenendo conto dei curricoli di scienze dei singoli Paesi, è interessante invece andare a vedere quale tipo di insegnamento viene proposto nelle nazioni che raggiungono i risultati migliori in queste prove. Ci sembra che un'attenzione particolare debba essere data al caso della Finlandia, al primo posto nella classifica, e a suoi programmi di studio in campo scientifico. Un confronto con le indicazioni proposte dalla commissione curricoli della DD-SCI fa ritenere che ci siano altre vie didattiche per migliorare l'insegnamento scientifico.

La valutazione delle competenze scientifiche dei quindicenni nell'OCSE PISA 2006

L'indagine OCSE – PISA 2006 ha come tema principale la *Literacy scientifica*. "Il concetto di Literacy non è facilmente traducibile in italiano: non si tratta di alfabetizzazione, ma piuttosto di una competenza funzionale alla cittadinanza attiva, che può essere presente a diversi livelli e svilupparsi durante tutto l'arco della vita".¹ Nel 2003 questa era definita come segue: "La literacy scientifica è la capacità di utilizzare conoscenze scientifiche, di identificare domande e di trarre conclusioni basate sui fatti, per comprendere il mondo della natura e i cambiamenti ad esso apportati dall'attività umana e aiutare a prendere decisioni al riguardo"². Questo modo molto pragmatico, funzionale all'applicazione pratica, di considerare conoscenze e competenze scientifiche è ancora presente nella definizione del 2006. Infatti essa viene descritta come "L'insieme delle conoscenze scientifiche di un individuo e l'uso di tali conoscenze per identificare domande scientifiche, per acquisire nuove conoscenze, per spiegare fenomeni scientifici e per trarre conclusioni basate sui fatti riguardo a temi di carattere scientifico, la comprensione dei tratti distintivi della scienza intesa come forma di sapere e d'indagine propria degli esseri umani, la consapevolezza di come scienza e tecnologia plasmino il nostro ambiente materiale, intellettuale e culturale e la volontà di confrontarsi con temi che abbiano una valenza di tipo scientifico, nonché con le idee della scienza, da cittadino che riflette."³

C'è tuttavia una novità in questa formulazione, infatti nella prima le conoscenze scientifiche comprendevano sia *la conoscenza della scienza* che *la conoscenza sulla scienza*, "mentre la definizione del 2006 separa e sviluppa questo aspetto della *literacy scientifica*"⁴.

Vengono aggiunte inoltre le relazioni fra scienza e tecnologia. Resta il fatto che le conoscenze scientifiche servono per comprendere fatti ma anche per prendere decisioni. Nelle definizioni di Literacy in lettura e in matematica non si parla di *prendere decisioni*. Si intuisce che la scienza ha un carattere utilitaristico più che formativo e questo aspetto viene, a mio avviso, confermato soprattutto dalle scelte degli argomenti affrontati nelle prove proposte ai quindicenni.

Ma vediamo come si articola l'indagine.

Le componenti principali della rilevazione della Literacy scientifica sono le **competenze**, le **conoscenze** e gli **atteggiamenti**. Le competenze, intese come capacità di individuare questioni di carattere scientifico, dare una spiegazione scientifica dei fenomeni, usare prove basate sui dati scientifici sono al centro di questo quadro di riferimento. Esse si manifestano in situazioni di vita che hanno a che fare con la scienza e la tecnologia (i contesti) e sono dipendenti dalle conoscenze sul mondo naturale e sulla scienza in quanto tale (le conoscenze), ma sono imputabili anche alla risposta individuale a questioni di carattere scientifico, all'interesse e al sostegno alla ricerca scientifica, alla responsabilità (gli atteggiamenti).⁵

1. Siniscalco, Bolletta, Mayer, Pozio, *Le valutazioni internazionali e la scuola italiana*, Bologna, Zanichelli, 2008, p.296.

2. Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica-quadro di riferimento di PISA 2006, Roma, Armando, 2007, p.32.

3. ibidem, p.17.

4. Ibidem, p.32.

5. Ibidem, p.33.

La **valutazione** della Literacy scientifica viene quindi effettuata in relazione a conoscenze o concetti scientifici, a processi di tipo scientifico, a situazione e contesti.

Le conoscenze e i concetti sono legati alla fisica, alla chimica, alla biologia alle scienze della Terra e dell'Universo e devono essere riconosciute all'interno degli *item*. Nei processi viene compreso il descrivere, lo spiegare e prevedere fenomeni, il comprendere cosa sia un'indagine di tipo scientifico e interpretare dati di tipo scientifico. Le situazioni e i contesti sono individuati in tre aree principali: le scienze applicate alla vita e alla salute, le scienze applicate alla Terra e all'ambiente e scienza e tecnologia. La procedura della valutazione è condivisibile, non c'è che dire. Il problema è che le situazioni e i contesti sono discutibili per i ragazzi di 15 anni. Tali situazioni e contesti in alcuni casi non solo sono attuali e di moda come l'ambientalismo, sono anche di estrema complessità, difficilmente analizzabili con gli strumenti disciplinari in possesso di studenti di quindici anni. Temi poi come la salute e le malattie, per gli adolescenti sono solo un sentito dire, a meno che non soffrano loro stessi di malattie specifiche. E' difficile che a scuola si studino malattie infettive in ambiti disciplinari. Lo stesso dicasi per l'ambientalismo che difficilmente è trattato come un approfondimento di studio degli ambienti naturali (nell'ambito di biologia e Scienza della Terra) o come studio specifico in Chimica degli agenti inquinanti per l'aria e il suolo.

Questo carattere informativo è del resto teorizzato quando si legge "è importante tener presente che spesso gli individui acquisiscono nuove conoscenze non attraverso indagini condotte in prima persona, ma attraverso fonti quali le biblioteche o Internet. Trarre conclusioni basate sui fatti significa dunque conoscere, selezionare e valutare informazioni e dati, riconoscendo che spesso le informazioni non sono sufficienti per trarre conclusioni certe, il che rende necessario avanzare ipotesi, in modo prudente e consapevole, sulla base delle informazioni disponibili."⁶

Viene presentata una griglia di presentazione dei vari contesti: Salute, Risorse naturali, Ambiente, Rischi, Frontiere della scienza e della tecnologia. In tale griglia si individua sempre un livello personale, uno sociale e uno globale.

Nel caso della salute, ad esempio il livello personale consiste nel mantenersi in salute, il livello Sociale consiste nel controllo delle malattie e loro trasmissione, scelte alimentari, salute nelle comunità, il livello globale riguarda le epidemie, la diffusione delle malattie infettive.⁷

Ci si chiede se a quindici anni si può ragionevolmente tenere sotto controllo tutti questi fattori. Occorrerebbe che i nostri ragazzi avessero almeno una laurea in medicina!

La questione importante è che la scelta di questi contesti comporta una vastità di argomenti disciplinari che è impensabile possedere a quindici anni in modo compiuto, ossia potendo esprimere all'interno di essi vere competenze scientifiche. Michela Mayer rileva che "gran parte delle informazioni necessarie sono spesso contenute nel testo stesso, le competenze richieste non sono legate al ricordare, ma quelle necessarie per comprendere il problema, ragionarci sopra, collegare le informazioni fornite e trovare una risposta."⁸ Questo è vero ma sono appunto *informazioni* non concetti assunti.

Il problema è dimostrare di possedere competenze scientifiche e quindi capacità di fare ipotesi in contesto quando i contesti *sono lontani* e di una complessità disciplinare molto elevata. E' difficile pensare che a quindici anni, in ambiti che non si conoscono a fondo si possa ragionare scientificamente. A questa età la capacità di fare ipotesi e proporre dimostrazioni è strettamente legata ai campi disciplinari e contesti noti, familiari, perché si è nella fase di acquisizione di queste capacità. Non è ancora compiuta l'acquisizione della scienza di base e dei suoi metodi, anzi è appena iniziata. Non siamo capaci di ragionare in astratto (in contesti sconosciuti) quando non si è ragionato molte e molte volte su casi semplici, dominabili, anche grazie alle proprie conoscenze. A quindici anni, ripeto, questa capacità di ragionare in astratto su temi complessi come le malattie, la salute e l'ambientalismo non può essere data per acquisita. Come non lo è in altre età se molti argomenti non sono mai stati affrontati in profondità. La profondità della conoscenza scientifica non è la familiarità con alcune parole sentite alla televisione, alla radio, lette su internet o sui giornali.

La familiarità con la scienza non è il sentito dire, non è il senso comune e neanche il buon senso. E' difficile ragionare scientificamente su parole sentite e ripetute su cui non sono stati costruiti dei concetti.

A cosa si dà valore?

Nell'introduzione all'indagine OCSE -PISA 2006 si pone molto frequentemente la questione del **valore** che deve avere per un cittadino il ricorso alla scienza e alla tecnologia. La domanda principale che ci si fa è questa: "Che cosa è importante che un cittadino conosca, a che cosa è importante che dia valore e che cosa è importante che sia in grado di fare in situazioni che richiedano il ricorso alla scienza e alla tecnologia?"⁹ Rispondere a questa domanda non è banale e si legge: "...All'atto pratico, tuttavia essa solleva domande sul cosa s'intenda per comprensione scientifica dei fatti e non implica che vengano padroneggiate tutte le conoscenze scientifiche. Alla base di questo quadro di riferimento ci sono le conoscenze dei cittadini: quali conoscenze sono più necessarie ad un cittadino? I concetti di base delle diverse discipline costituiscono una risposta a questa domanda, ma anche il sapere utilizzare tali conoscenze in contesti legati

6. Ibidem, p.30.

7. Ibidem, p.35.

8. Siniscalco et al. Op.cit, p.302.

9. Ibidem, p. 26

alla propria vita quotidiana”¹⁰.

Inoltre il cittadino di cui si sta parlando è un ragazzo di quindici anni e allora è vero che “la rilevazione dovrebbe concentrarsi su quelle competenze che mostrano cosa uno studente quindicenne sa, a che cosa dà valore e che cosa è in grado di fare all’interno di contesti- personali, sociali e globali- ragionevoli e appropriati alla sua età.”

Credo che una riflessione debba essere fatta su cosa s’intenda per comprensione scientifica dei fatti a quindici anni. E’ da sottolineare inoltre che lo studente quindicenne non è un adulto e che il concetto di competenza di cittadinanza è riferibile alla capacità di usare logica e metodo in contesti ben definiti e dominabili anche dal punto cognitivo. In sostanza il cittadino quindicenne non tenta di rispondere a domande di cui non conosce il significato e che vengono definite scientifiche, ma dice: “Capisco che c’è un problema di cui non comprendo i termini, cercherò di capire e poi risponderò”. Questa è la risposta giusta che deve dare un cittadino che possiede literacy scientifica se ha riconosciuto **valore** al sapere che ha acquisito, se si è appassionato a ciò che ha studiato perché lo ha capito nel dettaglio. Se viceversa non si dato peso a niente in particolare e nella prima classe della scuola secondaria di secondo grado si ha già un’infarinatura di tutto, molto superficiale, molto trasmissiva e libresca ci si può *buttare a rispondere*. Tanto una cosa vale l’altra. Tanto niente ha valore, niente è speciale, su niente c’è stata la fatica vera della comprensione approfondita. D’altro canto la scienza, nella visione di questa indagine internazionale e nella visione ormai consolidata, non è formativa. Il valore formativo non è dato da ciò che è *utile e serve* ad un generico cittadino, ma da ciò che quel cittadino può comprendere in base alla sua età alle sue conoscenze. Questa comprensione accurata e profonda è ciò che serve per la formazione dell’alunno quindicenne. E’ l’aver studiato pochi argomenti scientifici e bene che gli farà comprendere quali sono i rapporti con la tecnologia e che lo porterà a riflettere sulla scienza oltre che di scienza.

Per rispondere alle prove invece bisogna sapere un po’ di tutto.

Le prove rilasciate¹¹

Le prove rilasciate sono di natura diversa e di complessità molto differente. Ce ne sono alcune francamente accettabili come quelle dal titolo: Il comportamento dello spinarello, Lavorare sotto il sole, La luce delle stelle, L’evoluzione, il Lucidalabbra, il Transito di Venere, Energia eolica. In esse i riferimenti disciplinari sono ben definiti. Non si spazia troppo nelle varie aree disciplinari. Queste sono le condizioni per cui la logica e il pensiero razionale si può esercitare senza bisogno di tener conto di troppi fattori disciplinari che si intrecciano fra loro. Inoltre i contesti non sono troppo complessi neanche al primo impatto. In ambito scientifico, ci sono degli argomenti talmente complicati e complessi dal punto disciplinare e dal punto di vista dell’isolabilità dei vari fattori che costituiscono il contesto che anche se poi le domande invocano solo una logica non direttamente riferibile alla disciplina, è difficile non averne paura e automaticamente rifiutarsi di pensare. Nella prova “Salute a rischio”, ad esempio si parla di fertilizzanti; se l’argomento non è conosciuto dal punto di vista chimico è difficile fare i ragionamenti che sono richiesti, anche se alcuni di essi non sono strettamente legati alla disciplina.

In questa come nelle altre prove rimanenti: il Mais, la Carie, Vietato fumare, Ultrasuoni, la Pasta di pane, Marmitta catalitica, Operazioni sotto anestesia, è difficile che si abbiano a disposizione le conoscenze richieste, vista la complessità degli argomenti.

Credo che un alunno debba, nella maggior parte dei casi, tirare ad indovinare in quanto troppa biologia, troppa chimica, troppa fisica troppa scienza della Terra, troppe conoscenze di studi statistici sono richieste per rispondere ai quesiti. All’alunno vengono presentati problemi *grossi* non dominabili cognitivamente e in cui spesso non basta applicare la logica e il saper ragionare scientificamente. Si prenda il caso dell’item :“Il vaiolo dei topi”, per rispondere alle domande poste occorre sapere cosa sono i virus, che cos’è il DNA e che cosa sono i geni, che cos’è l’immunità e come si acquisisce. E’ ovvio che senza queste conoscenze non si risponde neanche alla prima domanda, tuttavia, negli approfondimenti a cui l’alunno potrebbe essere interessato c’è scritto:

a) saperne di più sulla struttura dei virus, b) sapere come mutano i virus, c) comprendere meglio come il corpo si difende dai virus.

Se l’alunno non ha già approfondito come ha fatto a rispondere? Su cosa ha ragionato? Si è basato sul sentito dire?

Di batteri poi si parla con tranquillità, ad esempio, nei quesiti sulla carie, sull’acqua potabile, sulle operazioni sotto anestesia.

Io non so se ci rende conto che se a quindici anni si può pensare di proporre con molta disinvoltura test di valutazione su virus e batteri, vuol dire che si pensa che tutta la chimica di base inorganica e organica deve essere studiata entro la scuola secondaria di primo grado e lo stesso dicasi della fisica. Non è che qui si voglia fare un discorso riduzionista , ma se in queste prove si dà per scontato che a quindici anni si debba conoscere la biologia molecolare, è ovvio che tutta la chimica di base deve essere nota. Il DNA è una molecola complessa e, per non parlarne a vanvera, di Chimica occorre saperne parecchia.

Quando poi si parla di malattie e di studi su di esse bisogna avere anche molte conoscenze di studi statistici per

10. Ibidem, p.27.

11. http://www.invalsi.it/download/pisa06_Prove_rilasciare_PISA_2006.pdf

sapere come si scelgono e si studiano i campioni in modo competente. Un esempio è dato dalla terza domanda dell'item "Vietato fumare" dove si dà per scontato che un ragazzo di quindici anni sappia che uno studio sulla validità di un farmaco comporta che si abbia un campione di studio a cui viene somministrato il farmaco e uno di riferimento a cui non viene somministrato. Sono assolutamente senza senso per un ragazzo di quindici anni le prove: "ultrasuoni" e "operazioni sotto anestesia". In entrambe si pongono questioni di medicina che un alunno non è assolutamente tenuto a sapere. Nel primo, gli ultrasuoni, l'argomento non banale per un quindicenne, viene contestualizzato nell'ecografia che fanno le donne che aspettano un bambino. Dopo una domanda non semplicissima su quale grandezza misurare, una volta nota la velocità dell'onda, se ne fa un'altra sulla nocività dei raggi X per valutare le dimensioni del feto. La cosa buffa è che fra i possibili approfondimenti a cui può essere interessato l'alunno c'è: imparare quali sono le differenze fra raggi X e ultrasuoni. Se non si sanno queste differenze come si fa a rispondere?

Un fattore non trascurabile è il tempo che è stato dato agli studenti per risolvere i quesiti: due ore per sedici item. Troppo poco tempo per riflettere su cose che non si conoscono. Inoltre la comprensione del testo può non essere immediata anche solo per la formulazione linguistica. Francamente se queste prove fossero proposte a ragazzi di diciannove anni che hanno compiuto un percorso di studi scientifici più consistente, che hanno terminato la scuola secondaria superiore, il giudizio sarebbe diverso.

Nel libro "Le valutazioni internazionali e la scuola italiana" si sottolinea che "In primo luogo occorre accettare che i risultati degli studenti nei test internazionali non possono essere considerati un effetto casuale o dovuto soltanto alle caratteristiche proprie dell'indagine, ma sono correlati a caratteristiche proprie della scuola italiana, o almeno di una parte della scuola italiana, e del tipo d'insegnamento che vi si propone".¹² Si dice, giustamente, che tale insegnamento è trasmissivo, legato al libro di testo, "ancorato alla didattica disciplinare e non integrato"¹³ e che l'immagine della scienza fornita dalla scuola italiana non è solo fondamentalmente nozionistica, ma è, per lo più, un'immagine statica e autoritaria che non stimola né la creatività né la curiosità".¹⁴ Il fatto è che il rinnovamento della didattica delle scienze, non viene favorito da indagini di questo tipo che volontariamente non prendono come riferimento il curriculum delle singole nazioni e si basano su un'idea di competenza scientifica di fatto decontestualizzata dall'età degli alunni. Se è vero che occorre proporre "<<un criterio di rilevanza>> per la scelta dei temi trattati"¹⁵ e che sono buoni esempi per il rinnovamento i programmi attuali della scuola elementare e media e i programmi IGEA e Brocca della scuola media superiore, non è condivisibile che il farli propri nell'insegnamento serva a rispondere alle richieste del PISA per le scienze. Il rinnovamento dell'insegnamento scientifico e le prove proposte nel PISA 2003 e 2006 stanno su piani differenti.

Queste ultime si collocano di fatto su un piano enciclopedico, essenzialmente informativo dell'insegnamento delle scienze che non aiuta la vera comprensione scientifica dei fatti. Si tratta, inoltre, di saper comprendere un testo dal punto di vista sintattico, non tanto di comprendere temi scientifici e di sapervi ragionare.

Quello che veramente lascia sconcertati di queste prove è l'assenza di un'idea generale di curriculum che dovrebbe essere seguito nella scuola di base e nella scuola secondaria superiore. Questa dovrebbe esserci valutando i punti di arrivo. La stessa cosa non si può dire per le prove PISA per la literacy matematica che non si presentano mai come estranee al curriculum, ma sono contestualizzate anche cognitivamente per i quindicenni. Inoltre è inquietante il tipo di filosofia didattica che esse veicolano: molta informazione e molta trasmissività nell'insegnamento scientifico. "Il problema è il peso che possono avere, quando la scuola pensi il proprio insegnamento in funzione di esse, in quanto rischiano di arrestare un processo di rinnovamento nella scuola dell'insegnamento scientifico che in alcune scuole è in atto nonostante mille difficoltà. Si rischia di ritornare all'insegnamento nozionistico (o di rimanervi) per addestrare alunni e risolvere queste prove insignificanti che hanno vesti pedagogiche e motivazioni "internazionali".¹⁶

Il sistema scolastico finlandese

Nel sistema educativo finlandese il primo livello d'istruzione è obbligatorio, inizia a sette anni e si conclude a sedici anni. In questo periodo l'istruzione è gratuita e comprende anche il servizio mensa. La maggior parte degli studenti frequentano anche la scuola secondaria potendo scegliere fra scuola secondaria superiore (liceo) e scuola professionale. I diplomati di entrambe le tipologie di scuola possono iscriversi all'Università o al Politecnico.

Il primo livello scolastico obbligatorio è suddiviso in nove classi. In questi anni il Finnish National Board of Education¹⁷ definisce gli obiettivi, il core curriculum, le performances attese per gli studenti alla fine di ogni sottolivello (area di studio che prevede in determinate classi lo stesso tipo d'insegnamento), che ogni scuola deve tenere presenti per programmare il curriculum locale e per valutare gli alunni. Nel caso delle scienze, ad esempio, il primo sottolivello è

12. Siniscalco et al., op.cit, p.316.

13. Ibidem, p. 291.

14. Ibidem, p.317.

15. Ibidem p.318.

16. E.Aquilini, L'indagine OCSE-PISA 2003 nelle Scienze: competenza o ignoranza pedagogica?, *Insegnare*, 2005, 4,33.

17. Prendiamo in esame in questo resoconto la parte del Finnish Board of Education del 16 Gennaio 2004 relativo all'educazione scientifica (<http://www.oph.fi/english/page.asp?path=447,27598,37840,72101,72106>)

costituito dalle prime quattro classi e l'insegnamento è "Studi ambientali e naturali", il secondo è rappresentato dalle classi quinta e sesta con gli insegnamenti di "Biologia e Geografia" e "Chimica e Fisica", il terzo comprende le classi settima, ottava e nona con Biologia, Geografia, Chimica e Fisica studiate separatamente.

La valutazione degli alunni è annuale e di fine corso e prevede un punteggio che è insufficiente con la votazione da 1 a 4; la valutazione positiva si ha con il punteggio da 5 a 10. Viene dato anche un giudizio scritto che è influente rispetto alla promozione all'anno successivo, in quanto l'alunno può essere ammesso alla frequenza dell'anno seguente se si ritiene che sia in grado comunque di affrontarlo, anche con votazioni insufficienti in più materie. Può succedere anche che un alunno non sia ritenuto idoneo alla promozione nonostante la votazione sufficiente nella maggior parte delle discipline. Si sottolinea comunque che di queste decisioni devono essere informate preventivamente le famiglie.

Studi ambientali e naturali

Nei primi quattro anni di scuola si prevede un insegnamento integrato di biologia, geografia, fisica ed educazione alla salute. L'obiettivo principale, enunciato nella premessa, è la comprensione della natura, degli ambienti artificiali, di se stessi e degli altri, della salute e della malattia. Il tutto nella prospettiva dello sviluppo sostenibile. Si parla di insegnamento basato sulle conoscenze pregresse dell'alunno e comunque basato sull'esperienza e sullo studio di fenomeni naturali.

Dagli obiettivi, i contenuti essenziali ("core contents") e la descrizione di competenze attese alla fine della classe quarta ("description of good performance at the end of fourth grade") si comprende che l'educazione alla salute non ha un ruolo marginale rispetto agli altri insegnamenti ma "conta" quanto gli altri "ingredienti" dell'insegnamento integrato. In questo caso però si capisce che l'insegnamento è soprattutto informazione sui comportamenti che occorre tenere per rimanere in buona salute o per prestare soccorso in caso di incidenti, sulle malattie tipiche dei bambini, sullo sviluppo che accompagna la crescita del corpo umano. Nel paragrafo "Sicurezza" sono previste anche modalità comportamentali che prevengano il bullismo e la violenza, gli incidenti stradali e domestici. La parte che riguarda gli organismi e gli ambienti di vita prevede un riconoscimento dei viventi e non viventi, degli ambienti di vita (su cui si innestano nozioni di geografia) e delle più comuni specie di piante, funghi, e animali. Questi argomenti sono gli oggetti delle osservazioni, delle classificazioni, delle procedure sperimentali esplicitate nelle competenze attese alla fine dei quattro anni di corso.

Le competenze (performances) sono descritte prevalentemente come un "un sapere come..." (know how). La parte relativa ai "fenomeni naturali" riguarda **fenomeni fisici** relativi al suono, alla luce, al calore, al magnetismo, all'elettricità e si indaga il funzionamento di semplici strumenti e le forze che agiscono in determinate strutture. **L'ambito chimico** (materiali intorno a noi) riguarda le sostanze e i materiali della vita di tutti i giorni, la loro conservazione e il riciclaggio, le proprietà dell'aria, le proprietà e i cambiamenti di stato dell'acqua (il ciclo dell'acqua). Non si parla in questo caso di fenomeni chimici. Le competenze relative alle aree fisiche e chimiche vengono prese in considerazione in un unico paragrafo e "il sapere come" non riguarda più l'osservare, il classificare, ma l'usare (semplici strumenti di misura), lo spiegare (il funzionamento di semplici strumenti, l'assemblare (un semplice circuito). Nelle voci che riguardano i **materiali** prevale il comprendere (la trasformazione di una sostanza in un'altra), il conoscere (le proprietà e l'utilizzo di varie sostanze e materiali, le sostanze pericolose come le medicine, i prodotti per lavare, l'alcool, il tabacco). Le conoscenze indicate non sono acquisibili in modo approfondito in questa fascia di età, sono nozioni date. Nelle aree fisica e chimica si iniziano argomenti importanti dal punto di vista dello statuto epistemologico della disciplina, non facilmente affrontabili dal punto di vista solo fenomenologico.

E' pur vero che gli argomenti scelti vengono approfonditi negli anni successivi, e questo fa pensare al preciso intento di sviluppare un curricolo verticale. Tuttavia non è specificato il livello concettuale a cui questi argomenti vengono affrontati e non è quindi chiaro in quale modo vengano trattati e poi approfonditi nelle diverse fasce scolari.

L'area biologica

Nelle classi quinta e sesta la Biologia viene insegnata insieme alla Geografia. La nostra attenzione sarà rivolta agli aspetti biologici, anche se la geografia è importante perché approfondisce lo studio degli ambienti di vita, già iniziati nei primi quattro anni. L'insegnamento è organizzato in modo da promuovere l'idea della biodiversità e quindi dell'uomo come parte della natura. Si precisa che le lezioni possono essere tenute in classe e all'aperto, per fare esperienze educative anche "sul campo". L'educazione alla salute è inglobata negli insegnamenti di Biologia e Geografia. Gli argomenti biologici vengono raggruppati in "Organismi e ambienti di vita" e in "Anatomia, funzioni vitali, crescita, sviluppo e salute dell'essere umano". Il primo gruppo prevede l'identificazione della flora e della fauna individuabili negli ambienti circostanti, gli ambienti di vita (le foreste, le paludi, catene alimentari), la crescita delle piante e la loro riproduzione...

Si esplicita nelle competenze che è importante, ad esempio, conoscere la differenza fra vertebrati e invertebrati e sapere come gli animali si adattano all'ambiente, sapere che le piante verdi producono il loro cibo per assimilazione, spiegare i principi su cui si basa la catena alimentare, sapere come preservare e proteggere gli ambienti naturali circostanti.

Il secondo gruppo di argomenti riguarda le principali funzioni del corpo umano, la riproduzione, i cambiamenti (fisici, psicologici, sociali) che accompagnano la pubertà, i fattori che entrano in gioco nelle relazioni umane (controllo delle

emozioni, tolleranza.), diritti e responsabilità degli alunni in quella determinata fascia di età. Qui l'educazione alla salute ha un grande ruolo.

La **Biologia**, come materia autonoma, viene studiata negli ultimi tre anni del ciclo d'istruzione obbligatorio. I prerequisiti dell'insegnamento sono i fenomeni della vita e si prosegue nello studio introducendo l'evoluzione, i fondamenti dell'ecologia, la struttura e le funzioni vitali dell'essere umano. Troviamo fra i contenuti essenziali: la natura e gli ecosistemi, la vita e l'evoluzione, l'ambiente naturale. Le competenze alla fine dei tre anni hanno una denominazione diversa che è la stessa anche per Geografia, Chimica e Fisica: "Criteri per la valutazione finale per una votazione di otto". Non si parla più di performances attese alla fine del triennio. In questa parte si capisce che l'insegnamento della Biologia proposto nella fascia di età 13-15 anni è altamente specialistico. Gli alunni infatti devono saper descrivere le principali caratteristiche della struttura della cellula, saper spiegare la fotosintesi, descrivere la riproduzione di piante, animali, funghi e microbi, spiegare le caratteristiche dell'evoluzione e la storia dell'evoluzione umana. Per ciò che riguarda il corpo umano occorre saper descrivere organi e tessuti, saper spiegare la formazione di gameti, i rapporti sessuali, la gravidanza e la nascita, nonché i concetti chiave associati all'ereditarietà. Le tematiche trattate sono tantissime e ci si chiede come possano essere trattate in modo significativo dai dodici ai quindici anni.

L'area Fisica e Chimica

Nelle classi quinta e sesta l'insegnamento di Fisica e Chimica prevede argomenti previsti nei primi quattro anni con la variante fondamentale che vengono inseriti in ambiti disciplinari ben precisi. Troviamo, ad esempio, calore, luce, movimento prodotti da fenomeni elettrici nel capitolo "Energia e elettricità"; le forze responsabili di equilibrio e movimento prendono il nome di forza di gravità e di attrito, il moto è anche quello della terra e della luna. L'aria e l'acqua vengono nuovamente prese in esame dal punto di vista delle loro proprietà e i materiali classificati e separati nei loro componenti.

In questi due anni l'obiettivo è quello di passare dall'osservazione dei fenomeni, degli oggetti, dei materiali ai concetti di base della Chimica e della Fisica. Ci sembra che questo sia un intento un po' troppo alto per alunni di 11 e 12 anni. L'analisi delle performances attese conferma anche l'idea che ci sia molto nozionismo e una buona dose di informazione fine a se stessa. Per esempio a che serve conoscere i simboli chimici dei gas presenti nell'atmosfera o degli elementi presenti nel suolo? In una visione formativa dell'insegnamento scientifico i simboli hanno senso se ad essi sono connessi significati costruiti. Ad un livello in cui si separa e si classifica, specificare che l'anidride carbonica ha formula CO_2 non aggiunge nulla in termini concettuali. E' inoltre solo informazione essere a conoscenza della tossicità del tabacco e di altre sostanze dannose.

A questa età lo studio delle forze, come quella gravitazionale e di attrito e il tipo di moto che esse generano ci sembra un'impresa piuttosto ardua, di difficile realizzazione in termini di acquisizione consapevole di concetti. Gli aspetti di educazione ecologica e di educazione alla salute sono presenti in modo costante in queste indicazioni: si specifica che le fonti energetiche da cui si può ricavare calore ed elettricità devono essere classificate in rinnovabili e non rinnovabili o, quando si studia il moto, occorre saper descrivere situazioni pericolose nel traffico urbano e negli ambienti naturali.

Quando nelle classi settima ottava e nona si passa allo studio della Fisica come materia autonoma, ritroviamo ancora una volta, le forze e il movimento, il calore e l'elettricità trattati da un punto di vista strettamente disciplinare, nel senso che a questi temi si applicano le leggi e i principi fondamentali della Fisica. Si affrontano le leggi del moto uniforme e uniformemente accelerato, il lavoro prodotto da una forza, la potenza, l'energia meccanica. A proposito dell'elettricità si prendono in considerazione le forze magnetiche ed elettriche fra gli oggetti, la corrente continua e i circuiti elettrici, l'induzione elettromagnetica. Il suono e la luce, già presi in considerazione negli anni precedenti vengono nuovamente affrontati nel capitolo del moto dell'onda. Qui oltre ad analizzare i fenomeni prodotti dal moto dell'onda (produzione, riflessione, riflessione e rifrazione) si studiano anche i principi di funzionamento degli strumenti ottici. Nel capitolo che riguarda le strutture naturali viene menzionato anche il decadimento radioattivo, la fissione e la fusione. La lettura dei "criteri di valutazione per una votazione di 8" non attenua la rigidità disciplinare di queste indicazioni. Tutti questi argomenti sono complessi dal punto di vista concettuale e le teorie che ne permettono la comprensione devono essere affrontate in modo graduale e con tempi lunghi. Sono così tanti che non sembra possibile che possano essere insegnati e compresi in modo significativo.

La situazione non è migliore nel caso della Chimica che nel triennio in esame è trattata ad un livello francamente troppo elevato e senza i riferimenti storico epistemologici che danno senso e significato allo studio di questa disciplina. La struttura della materia, le reazioni chimiche, il linguaggio simbolico proprio della disciplina vengono "dati" senza problemi, senza cioè nessuna acquisizione progressiva di questi concetti. Formule, bilanciamenti, rapporti di reazione vengono indicati come argomenti da trattare in un modo che, si capisce, non possono essere che addestrativi, dal momento che le leggi classiche della Chimica non vengono neanche nominate. Addirittura sono argomento di studio le celle elettrochimiche, l'elettrolisi e le loro applicazioni. Nel gruppo di argomenti che riguardano "La natura vivente e la società" si elencano oltre alla fotosintesi e la combustione, le reazioni di ossidazione e i prodotti organici come alcoli e acidi carbossilici, gli idrocarburi, i prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio, i carboidrati, le proteine, i lipidi, i

prodotti per lavare e i cosmetici. E' impensabile che tutti questi temi possano essere insegnanti in altro modo che non sia un elenco da imparare in modo non significativo. La Chimica viene considerata e trattata, in queste indicazioni, come disciplina di servizio, assolutamente non formativa.

Il National curriculum finlandese e l'OCSE PISA

Nel National curriculum finlandese del 2004, troviamo tutte le tematiche che incontriamo nelle prove dell'OCSE PISA, tanto che viene il ragionevole dubbio che o le indicazioni siano state fatte ad hoc per questa indagine internazionale o che, uno sguardo a questo curriculum sia stato dato nella preparazione delle prove. Dal punto di vista di quello che può essere considerato adeguato alla preparazione di base in campo scientifico ci sembra che possa essere considerata accettabile solo la parte relativa ai primi quattro anni, basata prevalentemente sull'analisi dei fenomeni. Per quanto infarcita di "educazioni". Per il resto ci sembra che lo scopo sia quello di arrivare il prima possibile alle trattazioni che implicano la formalizzazione disciplinare. Quest'ultima viene proposta con il sistema consueto di fornire velocemente i risultati della scienza finita senza preoccuparsi delle gradualità necessarie per la comprensione. Un'analisi storico epistemologica manca per la Biologia, per la Fisica ed in modo particolare per la Chimica. C'è da aggiungere che il monte l'orario previsto in Finlandia nella scuola di base per l'insegnamento scientifico non è superiore a quello italiano. Vengono dedicate 9 ore complessive nelle prime quattro classi per "Studi ambientali e naturali", tre ore fra la classe quinta e sesta per "Biologia e Geografia", due ore per "Fisica e Chimica", sette ore per Biologia e Geografia, sette ore per Fisica e Chimica insegnate separatamente. Il monte ore orario complessivo è di 31 ore nelle nove classi, con una media di circa 3,5 ore settimanali. Quindi la quantità di tempo dedicata all'insegnamento scientifico non è il fattore determinante dei migliori risultati ottenuti dagli studenti finlandesi. I fattori determinanti che si evincono dalla lettura di queste indicazioni sono i contenuti disciplinari, le educazioni alla salute ed allo sviluppo sostenibile.

La "filosofia" dell'OCSE PISA e le indicazioni della DD-SCI

C'è da riflettere se sia la strada indicata dal National Curriculum finlandese quella da seguire per migliorare l'insegnamento scientifico. Forse ci sono altre strade ed è importante cercarle. Nella proposta fatta dalla Commissione curricoli della DD-SCI si sono sviluppate ed esemplificate alcune idee di fondo che si ispirano principalmente ad una concezione formativa dell'insegnamento scientifico. L'apprendimento delle scienze sperimentali è visto come parte integrante della formazione culturale degli allievi e l'insegnamento della Chimica è funzionale allo sviluppo dello studente. Al centro c'è l'alunno e non la disciplina. La proposta fatta, che si estende a tutti i livelli della scuola preuniversitaria, promuove la realizzazione di un curriculum verticale fondato su una riflessione sui contenuti essenziali. Questi ultimi derivano da una riflessione sullo statuto epistemologico della disciplina e sulla adeguatezza dei contenuti alle caratteristiche psicologiche e cognitive degli alunni nelle diverse età. La didattica laboratoriale è vista come un fattore imprescindibile per costruire concetti e consapevolezza negli apprendimenti.

In particolare per il periodo della vita scolare indagato dall'OCSE Pisa, le indicazioni della DD-SCI da prendere in esame sono quelle relative alla scuola primaria, secondaria di primo grado e quelle relative al biennio della scuola secondaria di primo grado. Nella fascia di scolarità che si riferisce ai primi due livelli indicati la priorità che abbiamo indicato è quella dello sviluppo di abilità di base di tipo osservativo- logico- linguistico attraverso l'interazione diretta degli alunni con gli oggetti, i fenomeni e le idee che costituiscono gli argomenti di studio. La formulazione di ipotesi, la capacità di argomentare le proprie idee confrontandole con quelle degli altri sono le attività principali in cui si articola la didattica. Nel biennio il mondo della materia studiato attraverso le proprietà delle sostanze e delle loro trasformazioni comincia a delinearci come campo d'indagine specifico. Non ci sono però forzature o salti arditissimi in questo percorso. I fenomeni macroscopici e la composizione delle sostanze costituiscono ora un settore scientifico che acquista corpo e caratteristiche disciplinari. A noi sembra che le indicazioni della DD-SCI siano in linea con le premesse dell'indagine OCSE PISA, ossia con il concetto di *Literacy scientifica* che ha come componenti essenziali le conoscenze e gli atteggiamenti. Che si esprimono in contesti dati. Le competenze viste *come capacità di individuare questioni di carattere scientifico, dare spiegazioni scientifiche ai fenomeni, usare prove basate sui fatti* sono i nostri riferimenti. Ci sembra che attraverso queste indicazioni si possano costruire le basi per una formazione scientifica significativa.

Le indicazioni della DDSCI per l'insegnamento delle Scienze: uno sguardo all'Europa

R. Carpignano¹, G. Cerrato^{1,2}, D. Lanfranco¹

¹ Gruppo di Didattica Chimica dell'Università degli Studi di Torino

² Dipartimento di Chimica IFM – Università degli Studi di Torino
via Pietro Giuria, 7 – 10125 Torino

Abstract

Uno sguardo un po' approfondito a quanto è accaduto e sta accadendo in Europa, una puntuale disamina della documentazione licenziata dalla UE e un esame delle riflessioni che vengono lì esplicitate, permette di mettere in evidenza la modernità delle proposte della DDSCI e la piena attualità delle linee tracciate sull'asse verticale dalla sua Commissione Curricoli il cui lavoro¹ ci pare si collochi nel solco del contesto internazionale e non solo in quello nazionale, per la verità forse ancora troppo provinciale e irrigidito su opzioni eccessivamente disciplinariste, spesso ancora finalizzate ai soli obiettivi di apprendimento.

Sotto questo profilo gli elaborati della DDSCI rappresentano un decisivo passo verso una visione moderna della didattica chimica, che arriva finalmente a coniugare gli aspetti culturali, i linguaggi, le relazioni disciplinari e trasversali con il mondo reale e con il principio fondativo della centralità dello studente nel suo processo di apprendimento. I documenti licenziati dalla CCDDSCI affrontano per la prima volta nei fatti e con decisione la questione della differenza tra disciplina e materia di insegnamento: differenza non certo nuova, ma mai proposta nella pratica d'insegnamento in modo così chiaro. I principi e le relative applicazioni che si trovano nel curriculum verticale della DDSCI, fondati sulla complementarità delle scienze sperimentali nella scuola di base e sulle graduali formalizzazioni nei successivi livelli di scolarità, accolgono pienamente quanto sostenuto e sperimentato oggi nel mondo ma, per certi versi e in certi casi, si spingono perfino più avanti, verso un approccio effettivamente nuovo se è vero, come è vero, che la scuola delle competenze è qualcosa di ben diverso dalla scuola dei programmi. Per andare a fondo circa la relazione tra questi aspetti innovativi che la DDSCI propone e la situazione che sta fuori dal nostro Paese, è bene analizzare un po' più da vicino quanto è avvenuto e sta avvenendo in Europa. Riferire come faremo, punto per punto, le tappe evolutive dell'elaborazione avvenuta in Europa e riportare parti essenziali dei documenti che ne sono derivati, non risponde ad esigenze di semplice documentazione (i documenti noti ai lettori sono direttamente consultabili in rete), ma alla necessità di offrire un quadro di merito entro precise cornici di senso a quanto elaborato dalla CCDDSCI così da coglierne la portata e l'importanza.

L'insegnamento delle Scienze nei programmi scolastici europei

In tutti i Paesi membri, ad eccezione dei Paesi Bassi, a livello primario (CITE 1²) le scienze sono insegnate con un approccio totalmente integrato, mentre per il livello secondario inferiore (CITE 2³) la tendenza è quasi completamente opposta (fanno eccezione Italia, Gran Bretagna, Norvegia e Belgio): infatti, nella maggior parte dei casi le scienze sono affrontate attraverso materie di insegnamento che riproducono le separazioni disciplinari (quali Fisica, Chimica, Biologia, etc.). Tuttavia, in alcuni Paesi vi è la raccomandazione a procedere con entrambi gli approcci, come in Spagna, Svezia, Scozia, etc.

Le indicazioni che gli insegnanti traggono dai programmi scolastici sono però rivolte alle dimensioni contestuali delle scienze: nella maggior parte degli Stati dell'Unione, sia a livello CITE 1 sia a livello CITE 2, si pone un forte accento sulle attività di discussione relative ai problemi della vita quotidiana e della società; pochi Paesi UE fanno eccezione non fornendo alcuna indicazione programmatica. Inoltre, circa la metà dei Paesi UE affianca i problemi della quotidianità alla dimensione storica delle scienze nel corso del loro sviluppo e ciò risulta particolarmente presente nella scuola secondaria inferiore.

La presentazione dei programmi scolastici di scienze segue diverse modalità: talvolta sono inclusi gli ambiti di conoscenze da collegare tra loro per apprendere, i cosiddetti *concetti*, insieme ad attività pratiche specifiche; altre volte gli obiettivi di apprendimento sono esplicitati in termini di veri e propri *traguardi di competenza*.

1. Vedi il sito: <http://www.didichim.org/>

2. L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa. Politiche e ricerca, *Eurydice* (2006) ISBN 92-79-02415-9
<http://eacea.ec.europa.eu/portal/page/portal/Eurydice/showPresentation?pubid=081EN>

3. ibidem

Uno specifico traguardo di competenza può essere raggiunto attraverso diverse attività di apprendimento e, viceversa, una stessa attività può concorrere al raggiungimento di molteplici traguardi di competenza.

Anche laddove non sono presenti programmi scolastici veri e propri, si fa riferimento a specifiche linee guida emanate dalle Autorità competenti in materia: nel panorama europeo soltanto in 3 Paesi (Svezia, Comunità fiamminga belga e Paesi Bassi) il contenuto dell'insegnamento delle scienze è presentato soltanto attraverso obiettivi d'insegnamento/apprendimento.

I programmi ricoprono ambiti davvero ampi: concetti e teorie scientifiche, attività sperimentali di laboratorio, documentazione e discussione, impiego delle tecnologie informatiche, progettualità, uscita didattica (escursione sul campo): non possiamo qui entrare nel merito di ogni singola nazione, tuttavia maggiori dettagli relativi ai diversi programmi sono reperibili al sito Eurydice⁴.

Tutti i programmi e/o le raccomandazioni fanno esplicito riferimento alle attività sperimentali, poiché a queste viene palesemente riconosciuto l'importante ruolo che hanno nell'insegnamento scientifico: come si vede la prospettiva proposta dalla CCDDSCI che fa della didattica laboratoriale un vero e proprio cavallo di battaglia è pienamente in linea con quanto si sta facendo in Europa anche se in contraddizione con quanto distrattamente e sciaguratamente propone il Governo italiano con le dichiarazioni e gli atti dell'attuale Ministro. Inoltre, il quadro internazionale relativo alla didattica delle scienze pone l'accento sulle *scienze cognitive complesse*, in quanto, almeno a livello CITE 2, nella maggior parte dei Paesi si propongono attività che richiedono un notevole insieme di capacità/conoscenze/competenze complesse unitamente ad una discreta autonomia di lavoro da parte dell'allievo. Questo aspetto è meno sentito a livello primario, anche se non totalmente assente. La proposta di *"formulare e testare delle ipotesi"* è evidente in molti dei programmi/raccomandazioni dove spesso viene accompagnata dalla *"verifica sperimentale di leggi scientifiche"*; entro questo profilo, che vede riconosciuto il protagonismo degli studenti nel formulare ipotesi per poi verificarle (e non viceversa) le *"capacità di seguire correttamente un protocollo sperimentale"* o *"fare esperimenti seguendo un protocollo predefinito"* assumono un senso in termini di apprendimento significativo che altrimenti non potrebbero avere. Le attività sperimentali si prestano anche all'avvio della discussione/comunicazione di quanto fatto durante le attività stesse: una certa enfasi circa l'imparare a parlare di scienze, riportando con correttezza/accuratezza le attività svolte, viene posta praticamente in tutti i programmi/raccomandazioni di entrambi i livelli CITE 1 e 2: anche qui, ai vari livelli e a più riprese, il lavoro della DDSCI ci pare emblematico. Nella stragrande maggioranza dei Paesi EU gli allievi sono esortati a discutere sui problemi della società e/o della vita quotidiana: essi vengono esortati ed aiutati dagli insegnanti nella "ricerca" di informazioni facendo uso di diverse fonti. Questi tratti specifici della *competenza* rappresentano dunque traguardi considerati importanti e raggiungibili, seppur con la dovuta gradualità e dunque in modo differenziato, a tutti i livelli di scolarità. La "scienza calata nel quotidiano" aiuta a contestualizzare lo studio conferendogli una finalizzazione riconoscibile, che permette di collegare le scienze alle questioni di "senso comune": partire da questo tipo di tematiche permette di ricollocare i contenuti e i concetti che nella scuola del passato apparivano spesso astratti e distanti, entro specifici percorsi di apprendimento che rivalutano l'individuo e la sua esperienza di vita. Attualmente la maggior parte dei Paesi europei si sta interrogando sui programmi scolastici di scienze ed il dibattito in corso è di profilo alto: gli aspetti maggiormente discussi riguardano l'ambito metodologico e il quadro orario, giusto le cose che la DDSCI da tempo ha messo chiaramente in luce nelle proprie esternazioni ufficiali e che purtroppo il Governo del nostro Paese sembra totalmente ignorare. In alcuni Paesi dell'Unione poi, è addirittura l'intero programma ad essere messo in discussione: si sta lavorando per rivedere i contenuti da proporre e la loro successione in relazione a cambiamenti strutturali e di più ampia portata, che solitamente implicano anche le procedure di valutazione degli allievi e/o la formazione del corpo insegnante.

Relativamente alla riformulazione dei programmi, non è certo casuale che la tendenza sia, in generale, quella di procedere all'organizzazione dei saperi in curricula definiti sulla base delle competenze e non più su una serie di fatti o nozioni da mandare a memoria. Ad esempio, nel 2004 la riforma del sistema norvegese (applicato dal 2006) ha previsto un nuovo curriculum molto meno dettagliato, ma decisamente più ricco di obiettivi relativi al livello di competenza che viene richiesta agli alunni dei vari ordini d'istruzione. In Italia, la definizione degli obiettivi specifici di apprendimento elaborata negli ultimi anni ha rappresentato un passo incompleto rispetto alle competenze che invece il Piano Nazionale Insegnare Scienze Sperimentali (ISS), a cui la DDSCI ha fornito un significativo contributo di idee e di lavoro, si è incaricato di sviluppare. ISS ha posto le competenze decisamente al centro delle strategie didattiche per l'area delle scienze sperimentali, sostenendo allo stesso tempo la formazione in servizio dei docenti e focalizzandola, in questo stesso ambito, proprio su parole d'ordine come "contesti di senso", "didattica laboratoriale", "verticalità" e "traguardi di competenza" che convergono tutte sul recupero di quella centralità dello studente nel suo processo di apprendimento a cui si richiamano gli sforzi riformatori nell'Unione Europea.

Naturalmente l'azione di riforma è anche necessaria e possibile dal punto di vista metodologico, come sta avvenendo ad esempio in Francia, a partire dalla messa in vigore dei Nuovi Orientamenti (2005) per il livello CITE 2: infatti, sull'onda

4. http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/eurydice_en.php

Le indicazioni della DDSCI per l'insegnamento delle Scienze: uno sguardo all'Europa

dei buoni risultati ottenuti con il progetto “La Main a la Pate”⁵ nella scuola primaria, anche per la scuola secondaria di II grado⁶ si pensa di procedere dando agli allievi un ruolo importante nella costruzione delle proprie conoscenze.^{7,8}

La stessa metodologia che orienta La Main a la Pate si ritrova il larga misura nel Piano Nazionale ISS (Italia)⁹ e nelle Indicazioni per il Curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione¹⁰, con l'aggiunta di una forte innovazione, sostenuta soprattutto dalla DDSCI (si vedano gli elaborati licenziati dalla CCDDSCI ad esempio per la scuola primaria), relativa ad una definizione di una didattica laboratoriale che distingua, sul piano strutturalmente pedagogico, i concetti di esperimento, esperienza ed esercitazione ove il discrimine è la promozione delle capacità di ipotizzare e scegliere cosa fare da parte dello studente (si riconosce qui il substrato formativo funzionale alla competenza)¹¹.

Da dove vengono queste spinte innovative? Sono una reminiscenza sessantottina, come ha dichiarato un po' improvvidamente l'attuale Ministro a proposito delle pedagogie costruttiviste sviluppatasi negli ultimi quarant'anni?

Un po' di Storia: la strategia di Lisbona per l'istruzione e la formazione

Marzo 2000

il Consiglio Europeo, riunitosi a Lisbona, si diede un obiettivo strategico di assoluto rilievo, da raggiungere entro il 2010: quello di “diventare l'economia basata sulla conoscenza più competitiva e dinamica del mondo, in grado di realizzare una crescita economica sostenibile con nuovi e migliori posti di lavoro e una maggiore coesione sociale”¹².

Nelle Conclusioni stilate dalla Presidenza di quel vertice, i Capi di Stato e di Governo riconoscevano in modo esplicito il ruolo fondamentale “dell'**istruzione** e della **formazione**” per la crescita e lo sviluppo economico dell'Unione ed invitavano le strutture competenti (il Consiglio “Istruzione”) ad avviare una riflessione sugli obiettivi concreti e futuri dei sistemi di istruzione dei Paesi membri. A scanso di equivoci, vale la pena di precisare che nei documenti UE, i termini *istruzione* e *formazione* si riferiscono semplicemente alle istituzioni formative, cioè ai **percorsi scolastici e a quelli della formazione professionale che avvengono anche fuori della scuola** e non sono qui caricati del significato che invece diventa importante quando parliamo di conoscenza e apprendimento sul piano pedagogico-didattico.

Marzo 2001

Esattamente un anno dopo, il Consiglio Istruzione presenta al Consiglio Europeo di Stoccolma¹³ una relazione in cui definisce i seguenti tre obiettivi strategici:

1. migliorare la qualità e l'efficacia dei sistemi di istruzione e di formazione;
2. facilitare l'accesso ai sistemi di istruzione e di formazione;
3. aprire i sistemi di istruzione e di formazione al mondo esterno;.

I tre obiettivi strategici vengono ulteriormente declinati in 13 obiettivi concreti:

Obiettivo 1.

- 1.1- migliorare l'istruzione e la formazione degli insegnanti e dei formatori;
- 1.2- sviluppare le competenze per la società della conoscenza;
- 1.3- garantire l'accesso alle TIC per tutti;
- 1.4 attrarre più studenti agli studi scientifici e tecnici;
- 1.5 sfruttare al meglio le risorse.

5. J. Dercourt, J.P. De Gaudemar, J.P. Sarmant, F. Gros, “De l'opération La main à la Pate au Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école”, 10 septembre 2000; sito web de « La Main à la Pate » : <lamap.inrp.fr>.

6. Circa la situazione francese per la scuola secondaria di I grado vedi il documento di Eurydice o il sito del Ministero dell'Educazione francese (<http://www.education.gouv.fr/cid81/les-programmes.html#culture-scientifique-et-technique>), o ancora il documento “Lo zoccolo comune” sempre del Ministero francese (<http://www.education.gouv.fr/cid2770/le-socle-commun-de-connaissances-et-de-competences.html%3E>).

7. T. Pera, R. Carpignano, G. Cerrato, D. Lanfranco “Dalla centralità del programma alla centralità dello studente”, CnS, La Chimica nella Scuola, Anno XXX n. 4, 2008, pp. 7-16.

8. A. Borsese, M. Macarino, P. Mittica, I. Parrachino, “Insegnamento scientifico e autonomia cognitiva degli allievi nell'apprendimento: un'esperienza”, in E. Torracca (a cura di), DDSCI, “La didattica laboratoriale in Chimica”, AIF Editore, (fondi L. 6/2000), 2008.

9. R. Carpignano, G. Cerrato, D. Lanfranco, E. Meloni, T. Pera, Uno sguardo all'estero - L'insegnamento scientifico in Francia- La Sperimentazione “La main à la Pate” e i programmi di Scienze nelle Indicazioni Ministeriali del XXI° secolo“, CnS, La Chimica nella Scuola, Anno XXX n. 4, 2008, pp. 36-46.

10. Ministero della Pubblica Istruzione, Indicazioni per il Curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione, Roma, settembre 2007.

11. T. Pera, R. Carpignano, ibidem

12. Vedi documentazione al sito: http://www.pubblica.istruzione.it/buongiorno_europa/allegati/lisbona2000.pdf

13. Documento del Consiglio 6365/02 del 14/2/2001

Obiettivo 2.

- 2.1-un ambiente di apprendimento aperto (proseguire l'apprendimento anche per i gruppi di età più avanzata; orientare ulteriormente l'istruzione verso i bambini in tenera età; creare sistemi più democratici e più aperti nei confronti dei discenti, personalizzare i percorsi di apprendimento, sistemi flessibili di orientamento e informazione...);
- 2.2- rendere l'apprendimento più attraente (incentivi per incoraggiare i giovani a proseguire gli studi; favorire il passaggio dal mercato del lavoro alla formazione);
- 2.3- sostenere la cittadinanza attiva, le pari opportunità e la coesione sociale (ridurre gli insuccessi scolastici, combattere razzismo, intolleranza e le discriminazioni per qualsiasi motivi, incoraggiare la partecipazione di vari attori).

Obiettivo 3.

- 3.1- Rafforzare i legami con il mondo del lavoro e della ricerca e con la società;
- 3.2- sviluppare lo spirito di impresa;
- 3.3- migliorare l'apprendimento delle lingue straniere;
- 3.4- aumentare la mobilità e gli scambi;
- 3.5-rafforzare la cooperazione a livello europeo.

Alla Relazione viene dato seguito con la preparazione e l'adozione di un dettagliato programma di lavoro (2002)¹⁴ in cui vengono individuati per ogni obiettivo alcuni temi chiavi da affrontare e un elenco orientativo di indicatori per misurarne l'attuazione.

Ci sembra importante riportare integralmente le seguenti affermazioni che, estratte da vari documenti UE, sottolineano l'importanza dell'istruzione e della formazione, specie in campo scientifico e tecnologico:

- *“Le finalità generali che la società europea attribuisce all'istruzione e alla formazione vanno al di là della semplice preparazione alla vita professionale specialmente per quanto riguarda la crescita individuale, per una vita migliore e una cittadinanza attiva nelle società democratiche che rispettano la diversità culturale e linguistica.”*

- *“L'UE potrà divenire la principale economia della conoscenza al mondo soltanto grazie al contributo essenziale dell'istruzione e della formazione come fattori di crescita economica, innovazione, occupazione sostenibile e coesione sociale.”*

- *“Le conoscenze nella scienza e tecnologia sono sempre più indispensabili per contribuire al dibattito pubblico e al processo decisionale e legislativo; occorre dare ai cittadini una comprensione di base della matematica e delle scienze in modo che capiscano i problemi e operino scelte consapevoli, anche se non a livello tecnico.”*

Ma non ci si limita alla conoscenza in termini generali: si introduce il riferimento forte alla competenza come traguardo dell'intero sistema formativo moderno, che richiede una profonda revisione dei sistemi formativi e infatti, a questo riguardo, si dice testualmente:

- *“Garantire e controllare l'acquisizione delle competenze chiave da parte di tutta la popolazione richiede un'adeguata ristrutturazione dei programmi di insegnamento scolastico, nonché la messa a disposizione e l'utilizzo effettivo di opportunità di formazione lungo tutto l'arco della vita per gli adulti, con particolare attenzione ai gruppi svantaggiati. Occorre provvedere alla convalida nelle competenze chiave mediante appropriati strumenti.”*

E si parla esplicitamente di qualità dell'insegnamento non come principio vago o giudizio generico quanto come strumento funzionale alla promozione e allo sviluppo di competenze chiave da parte dello studente:

- *“La qualità dell'insegnamento è un criterio essenziale per l'acquisizione delle competenze chiave.”*

Il movimento di rinnovamento pedagogico-didattico di cui abbiamo fatto cenno e che coinvolge praticamente tutti gli Stati dell'Unione non ha dunque motivazioni ideologiche, ma strategiche e culturali, funzionali allo sviluppo scientifico e tecnologico dell'Unione:

- *“Lo sviluppo scientifico e tecnologico è fondamentale per una società della conoscenza competitiva. Conoscenze generali e specializzate in campo scientifico o tecnologico sono sempre più necessarie nella vita professionale e di tutti i giorni, nei dibattiti pubblici, nel processo decisionale e legislativo. Tutti i cittadini devono disporre di conoscenze di base in matematica, scienza e tecnologia. Se l'Europa vuole mantenere, se non migliorare, la sua posizione a livello mondiale e realizzare gli obiettivi di Lisbona, deve fare di più per incoraggiare i bambini e i giovani a manifestare maggiore interesse per la scienza e la matematica e garantire che coloro che hanno già intrapreso una carriera nel settore scientifico o della ricerca trovino la loro carriera, le loro prospettive e la loro retribuzioni soddisfacenti per non cambiare settore.”*

Maggio 2003

La UE individua 5 aree prioritarie di intervento, definendone anche i livelli di riferimento da raggiungere entro il 2010:

- diminuzione degli abbandoni precoci (non superiore al 10%);
- aumento dei laureati in matematica, scienze e tecnologia (almeno del 15% e diminuzione dello squilibrio tra i sessi);

14. Gazz.uff.delle Comunità Europee del 14.6.2002

Le indicazioni della DDSCI per l'insegnamento delle Scienze: uno sguardo all'Europa

- aumento dei giovani che completano gli studi secondari (almeno l'85% dei ventiduenenni);
- diminuzione della percentuale dei quindicenni con scarsa capacità di lettura (almeno del 20% rispetto al 2000);
- aumento della media europea di partecipazione ad iniziative di apprendimento permanente (almeno fino al 12% degli adulti in età lavorativa 25/64 anni).

Marzo 2004

Nel Consiglio Europeo di Bruxelles, nel testo della relazione sullo stato dell'arte, vengono individuate tre leve su cui basare l'azione futura, per rispettare gli obiettivi e i tempi di Lisbona:

- concentrare le riforme e gli investimenti nei settori chiave
- fare dell'apprendimento permanente una realtà concreta;
- costruire l'Europa dell'istruzione e della formazione.

Primavera 2006

Nella Relazione congiunta Consiglio-Commissione si parla esplicitamente di “Modernizzare l'Istruzione e la formazione. Un contributo fondamentale alla prosperità e alla coesione”.

Primavera 2008

La Relazione congiunta chiarisce ancora più vigorosamente le proprie scelte: l'apprendimento non è considerato un percorso “a tappe” definite da un inizio ed una fine, ma un processo continuo, dove la conoscenza non è associata ad una idea di dovere, quanto piuttosto ad una idea di cittadinanza, come diritto funzionale allo sviluppo non solo di concettualizzazioni, ma di creatività (termine per molti ancora “tabù” se riferito alla scuola) e d'innovazione (che certo necessità del sostegno di capacità critiche e di scelta). Il testo ufficiale propone testualmente “L'apprendimento permanente per la conoscenza, la creatività e l'innovazione”. In questa stessa occasione infatti il Consiglio Europeo, dopo aver registrato negli Stati Membri la mancanza di coerenti e complete strategie per l'apprendimento permanente ed aver evidenziato la necessità di elevare il livello delle competenze ed il ruolo chiave dell'istruzione, dà avvio al nuovo ciclo della strategia di Lisbona (2008-2010) confermando sia le linee guida sia le aree prioritarie ed evidenziando tra le altre priorità quella di potenziare e rendere più efficaci gli **investimenti nella ricerca , nella creatività, nell'innovazione e nell'istruzione superiore** (obiettivo del 3% degli investimenti nel settore ricerca e sviluppo) e **l'investimento nelle persone** rafforzando l'elemento “istruzione” del triangolo della conoscenza “ricerca-innovazione-istruzione”. Tutto questo lavoro e tutta la riflessione concettuale che lo sostiene concorre, come abbiamo detto a sviluppare il concetto di competenza riferito agli studenti, cittadini UE, così che nella scuola ove si formano si passi dal “saper fare” al “saper agire” che, naturalmente, implica un diretto coinvolgimento dell'allievo come “protagonista”.

Le competenze chiave della UE cambiano radicalmente il sistema “scuola”

La Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006¹⁵, offrendo un quadro di riferimento delle competenze chiave per l'apprendimento permanente, esplicita il termine “competenza” riferendolo a una *“combinazione di conoscenze, abilità e attitudini appropriate al contesto”*. Le *“competenze chiave sono quelle di cui tutti hanno bisogno per la realizzazione e lo sviluppo personali, la cittadinanza attiva, l'inclusione sociale e l'occupazione.”* Con l'occasione vengono delineate le seguenti otto competenze chiave, come traguardi che il sistema formativo deve promuovere nei diversi Paesi membri dell'Unione:

- comunicazione nella madrelingua;
- comunicazione nelle lingue straniere;
- competenza matematica e competenze di base in scienza e tecnologia;
- competenza digitale;
- imparare ad imparare;
- competenze sociali e civiche;
- spirito di iniziativa e imprenditorialità;
- consapevolezza ed espressione culturale.

Di ogni competenza viene esplicitata la definizione e vengono indicate le conoscenze, abilità e attitudini essenziali ad essa legate. Analizzando questi materiali risulta evidente la trasversalità delle competenze, molte delle quali si sovrappongono e si intrecciano: aspetti essenziali per un campo generano competenza in un altro. Anche cambiando prospettiva e osservando le competenze a partire dagli assi tematici, la trasversalità emerge in tutta evidenza; vi sono aspetti che, indipendentemente dal tema specifico considerato, attraversano tutte le competenze: parliamo di pensiero critico, creatività, iniziativa, risoluzione di problemi, valutazione del rischio, assunzione di decisioni, uso costruttivo dei sentimenti. Questo ci consente di sottolineare quanto siano improponibili le tesi, sostenute anche da qualche autorevole

15. Key competences for lifelong learning, Gazz.Uff. dell'UE del 30.12.2006, L 394/10.18

esponente ministeriale del nostro Paese, secondo cui esisterebbero “competenze di area comune” e “competenze di indirizzo”: area comune e area di indirizzo sono ambiti che attengono legittimamente all’ingegneria scolastica, ma che non riguardano il processo di apprendimento proprio della scuola per competenze, come quella promossa dall’UE che si basa sulla centralità dell’allievo-cittadino e sulla trasversalità per sviluppare competenze che si definiscano come combinazione di apprendimenti, risorse personali e sociali.

Rifarsi a curricoli pensati per competenze a cui gli apprendimenti (conoscenze e concetti) sono funzionali, significa modificare radicalmente l’idea stessa di scuola: essa non si riferisce più semplicemente agli obiettivi di apprendimento, ma si misura con l’azione che lo studente può progettare e mettere in atto richiamando detti apprendimenti (anche in contesti differenti da quello d’origine), insieme a risorse umane e strumentali funzionali ad uno scopo da lui assunto e dichiarato in termini espliciti. Le competenze chiave, non a caso infatti, dovrebbero essere acquisite al termine del periodo obbligatorio di istruzione o di formazione (termini riferiti alle corrispondenti istituzioni formative) e servire come base al proseguimento dell’apprendimento nel quadro dell’istruzione e della formazione permanente.

Questa idea di scuola nuova si coglie perfettamente anche dalla definizione che l’UE fornisce per la competenza chiave in campo scientifico e tecnologico, di cui viene data la seguente definizione:

“La competenza in campo scientifico si riferisce alla capacità e alla disponibilità a usare l’insieme delle conoscenze e delle metodologie possedute per spiegare il mondo che ci circonda sapendo identificare le problematiche e traendo le conclusioni che siano basate su fatti comprovati.

La competenza in campo tecnologico è considerata l’applicazione di tale conoscenza e metodologia per dare risposta ai desideri o bisogni avvertiti dagli esseri umani.

La competenza in campo scientifico e tecnologico comporta la comprensione dei cambiamenti determinati dall’attività umana e la consapevolezza della responsabilità di ciascun cittadino.”

Partendo da qui, ovvero funzionali alla competenza in campo scientifico, l’UE declina come segue conoscenze, abilità e attitudini essenziali:

“La conoscenza essenziale comprende i principi di base del mondo naturale, i concetti, principi e metodi scientifici fondamentali, la tecnologia e i prodotti e processi tecnologici, nonché l’impatto della scienza e della tecnologia sull’ambiente naturale.”

Questi apprendimenti (conoscenze-concetti) dovrebbero consentire alle persone, dunque agli studenti-cittadini, di comprendere meglio i processi, i limiti e i rischi delle teorie e delle applicazioni scientifiche e della tecnologia nella società in senso lato (in relazione alla presa di decisioni, ai valori, alle questioni morali, alla cultura, ecc). L’idea di scuola che viene promossa in Europa non è certo quella di un sistema atto a trasformare gli studenti in semplici utenti di un servizio, bensì quella di fare degli studenti-cittadini i veri protagonisti della scuola, nel ruolo di soggetti attivi, che agiscono sul loro stesso processo di apprendimento. Qui si collega la qualità dell’insegnamento a cui abbiamo fatto cenno all’inizio e qui si definisce la nuova professionalità del docente chiamato ad accompagnare gli allievi, com’è loro diritto, nel loro processo di emancipazione.

Le abilità che la UE associa alla competenza chiave in campo scientifico comprendono la *capacità di utilizzare e maneggiare strumenti e macchinari tecnologici* nonché *dati scientifici per raggiungere un obiettivo o per formulare una decisione o conclusione sulla base di dati probanti*. Le persone, cioè gli studenti-cittadini UE, dovrebbero essere anche in grado di riconoscere gli aspetti essenziali dell’indagine scientifica ed essere capaci di comunicare le conclusioni e i ragionamenti afferenti: di nuovo, anche per l’area scientifica, si riconosce la complementarità di tutte le altre competenze chiave.

Nella definizione della competenza chiave in campo scientifico e tecnologico i documenti UE parlano della necessità di promuovere negli studenti l’attitudine ad effettuare valutazioni critiche, curiosità ed interesse per questioni etiche e, in particolare, il rispetto per la sicurezza e la sostenibilità riferite al progresso scientifico e tecnologico in relazione all’individuo, alla famiglia, alla comunità e alle questioni di dimensione globale.

Se tutto questo non bastasse a chiarire le prospettive offerteci dalla Comunità Europea potremmo avvalerci delle nutrite indicazioni contenute nel rapporto Rocard.

IL rapporto Rocard: **“L’educazione scientifica ora: una didattica rinnovata per il futuro dell’Europa”**

Il rapporto, pubblicato nel 2007, è stato preparato dal Gruppo per l’Educazione Scientifica della Commissione Europea, Presidente **Michel Rocard**, membro del Parlamento Europeo e già Primo Ministro di Francia., e composto da: **Valerie Hemmo**, relatrice per le attività di educazione scientifica nel Forum Globale delle Scienze dell’OCSE, **Peter Csermely**, dell’Università di Semmelweis, Budapest, biologo molecolare e vincitore del Premio *Descartes* 2005 per la comunicazione, **Doris Jorde**, dell’Università di Oslo, Presidente dell’Associazione europea per la ricerca in educazione scientifica, **Dieter Lenzen**, Rettore dell’Università Freie di Berlino e già Presidente dell’Associazione Tedesca per l’Educazione scientifica, **Harriet Wallberg-Henriksson**, Presidente dell’Istituto Karolinska di Stoccolma e già membro del Gruppo governativo di esperti del Ministero Svedese dell’Educazione e Scienza.

Le indicazioni della DDSCI per l'insegnamento delle Scienze: uno sguardo all'Europa

Il Rapporto¹⁶ ha i seguenti scopi:

- analizzare una selezione di iniziative collaborative in corso in Europa allo scopo di identificare tecniche efficaci ed innovative che potenzialmente siano in grado di aumentare l'interesse per la scienza e possano essere usate come modello per una futura politica;
- estrarre da questa analisi un gruppo ridotto di raccomandazioni che usino, valorizzino e disseminino in Europa l'esperienza di tali iniziative.

È il caso di analizzare da vicino, seppur in sintesi, le parti principali del Rapporto Rocard proprio perchè qui si sottolinea, con tutta l'autorevolezza accreditata alle istituzioni europee, la necessità di una nuova metodologia quale strumento essenziale per rivitalizzare l'insegnamento delle Scienze e generare un cambiamento radicale nell'interesse dei giovani verso gli studi scientifici¹⁷.

Analisi della situazione

Vediamo i punti salienti del Rapporto commentandone via via alcune parti alla luce dei documenti CCDDSCI e della situazione italiana.

“Negli ultimi anni molti studi hanno evidenziato un allarmante declino dell'interesse dei giovani verso lo studio delle scienze e della matematica. Nonostante i numerosi progetti e le azioni messe in atto per invertire questa tendenza, i segnali di miglioramento sono ancora modesti. Se non verranno messe in campo azioni più efficaci, la capacità di innovazione a lungo termine dell'Europa e la qualità della sua ricerca scientifica rischiano il declino. Allo stesso modo appare oggi minacciata la possibilità dei cittadini di acquisire quelle competenze che stanno diventando essenziali in una società sempre più dipendente dall'uso della conoscenza.”

Come si vede, la formazione è qui legata a diritti di cittadinanza e di competenza quale strumento per esercitare tale diritto: il Rapporto Rocard propone una scuola ove l'allievo sia cittadino in quanto studente e dunque libero nelle sue scelte. A questo punto occorre però che ci si ponga una domanda che riguarda la scelta degli indirizzi di studio: “si è davvero liberi nelle scelte dei Corsi di Scuola Secondaria Superiore o di quelli Universitari quando l'offerta della scuola dell'obbligo non ha offerto il protagonismo che può portare alle competenze, ma un semplice servizio nel quale gli studenti finiscono per comportarsi da semplici utenti, spesso passivi? Quale immagine delle scienze fornisce una scuola che non si misura con problemi reali e che, per la maggior parte dei casi, ricorre al laboratorio esclusivamente per far verificare delle leggi già bell'e pronte?”

Non si tratta di domande retoriche, tanto che nel Rapporto si legge testualmente:

“Nonostante ci sia un consenso generale sull'importanza cruciale dell'educazione scientifica (Eurobarometro 2005)¹⁸, è sorprendente che sempre meno giovani scelgano gli studi scientifici.”

E si prosegue chiarendo il senso che l'educazione scientifica dovrebbe avere e dichiarando a chiare lettere che lo scarso interesse dei giovani per le aree scientifiche non è affatto indipendente dal tipo di insegnamento che in queste aree viene impartito:

“L'educazione scientifica è essenziale per:

- *Fornire a tutti i cittadini competenza scientifica e atteggiamento positivo verso la scienza. La competenza scientifica è importante per la comprensione di problemi ambientali, medici, economici, ecc con cui si confrontano le società moderne, che si fondano sempre più su progressi tecnologici e scientifici di crescente complessità. Il punto focale è dare ad ogni cittadino l'opportunità di sviluppare pensiero critico e ragionamento scientifico per renderlo capace di fare scelte ben informate.*
- *Assicurare che l'Europa formi e trattienga un numero sufficiente di scienziati ad alto livello e di ingegneri, necessari per il suo futuro sviluppo economico e tecnologico.*

Le ragioni dello scarso interesse dei giovani verso la scienza sono complesse ma c'è chiara evidenza che esiste una connessione tra le attitudini verso la scienza e il modo in cui essa è insegnata.”

Il rapporto Rocard non esprime semplicemente convinzioni o auspici ma si basa su specifiche ricerche mirate, come ad esempio:

► il rapporto del OECD dal titolo “Evoluzione dell'interesse degli studenti verso gli studi in Scienza e Tecnologia”¹⁹, che identifica il ruolo cruciale di un contatto positivo con la scienza fin dai primi anni di scolarità; vi si legge infatti: *“i bambini hanno una curiosità naturale verso gli argomenti scientifici ma l'educazione formale tradizionale può spegnerla ed avere perciò un impatto negativo sullo sviluppo dell'atteggiamento verso l'apprendimento della scienza. Tra le cause identificate si è notata la difficoltà di alcuni docenti della Scuola Primaria ad insegnare materie di cui non hanno sufficiente sicurezza e conoscenza, che quindi preferiscono l'approccio “ gesso e parola”, a loro più familiare,*

16. Cerca in rete “[A Renewed Pedagogy for the Future of Europe](http://ec.europa.eu/research/.../report-rocard-on-science-education_en.pdf)” o vai al sito: ec.europa.eu/research/.../report-rocard-on-science-education_en.pdf

17. Ciò conferma l'idea che ci sembra pervada in filigrana i documenti della CCDDSCI, secondo cui la motivazione degli allievi non è banalmente innata, ma frutto essa stessa di formazione: la motivazione si impara imparando.

18. www.politichecomunitarie.it/.../rapporto-eurobarometro-2005

19. “Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies”: vedi al sito www.OECD.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf

*evitando i metodi basati sull'investigazione che richiedono una comprensione più profonda della scienza. Il focus è quindi sulla memorizzazione anziché sulla comprensione. Inoltre si dice che i gravosi carichi di lavoro lasciano poco tempo per fare esperimenti significativi. Il rapporto raccomanda che l'insegnamento si concentri più sui concetti e metodi che sulla memorizzazione di informazioni e che si dia **maggior supporto alla formazione scientifica degli insegnanti.***"

Come si vede, i documenti europei entrano nel merito e vanno a fondo sulla preparazione dei docenti di scuola primaria nell'asse scientifico sottolineando la necessità della formazione degli insegnanti: proprio il contrario di quanto i recenti tagli all'istruzione e la chiusura delle esperienze SISS, senza criteri valutativi che entrassero nel merito, hanno prodotto in Italia.

► Il Rapporto dell' High Level Group della Commissione Europea (Presidente J. M. Gago) intitolato "L'Europa ha bisogno di più scienziati"²⁰, nel quale si rileva che:

*" gli argomenti scientifici sono spesso insegnati in modo troppo astratto, perché si cerca di presentare le idee fondamentali, per la maggior parte sviluppate nel 19° secolo, senza contestualizzarle in esperimenti, osservazioni e interpretazioni (senza sufficiente background sperimentale, osservativo e interpretativo) e senza mostrare una sufficiente comprensione delle loro implicazioni. L'educazione scientifica inoltre spesso non riesce a dare ai giovani "l'opportunità di uno sviluppo contemporaneo della comprensione e dell'interesse". Inoltre l'esplosione della conoscenza scientifica si traduce in una continua aggiunta di argomenti a un curriculum già troppo carico di contenuti. Non sorprende quindi che gli studenti abbiano la percezione che l'educazione scientifica sia irrilevante e difficile. Mentre la maggior parte della comunità scientifica concorda sul fatto che le pratiche didattiche che utilizzano i **metodi basati sull'investigazione** sono più efficaci, nella pratica didattica attuale questo approccio non viene seguito."*

Il documento Rocard propone altre importanti osservazioni che risultano del tutto coerenti e complementari a quanto si afferma nei materiali CCDDSCI e che ci aiutano a capire come in Italia sia opportuno dare una svolta verso la scuola delle competenze a cui l'area delle scienze sperimentali può offrire contributi assolutamente fondamentali:

"Per definizione, il processo di investigazione consiste nel diagnosticare problemi, fare esperimenti significativi, distinguere alternative, progettare investigazioni, fare ipotesi, ricercare informazioni, costruire modelli, discutere con i compagni e argomentare coerentemente"²¹.

Nella maggior parte dei Paesi Europei i metodi didattici della scienza sono essenzialmente deduttivi: si fa prima la presentazione di concetti e schemi intellettuali e in seguito si vedono le conseguenze operative mentre gli esperimenti hanno lo scopo dimostrativo. Solo in qualche Paese si sta rinnovando l'insegnamento scientifico orientandolo verso l'uso più estensivo dei metodi basati sull'investigazione. Le iniziative correnti in Europa che mirano attivamente al rinnovamento dell'educazione scientifica attraverso i metodi basati sull'investigazione sono molto promettenti ma non sono diffusi su scala tale da avere un impatto significativo e non sono in grado di utilizzare completamente le misure europee di supporto alla disseminazione e integrazione.

Le conclusioni e le raccomandazioni del gruppo di esperti che ha lavorato al Rapporto sono espresse come le riportiamo qui di seguito.

Conclusioni parziali del Rapporto Rocard

*1. Nell'insegnamento scientifico passare dai metodi principalmente deduttivi a quelli di tipo investigativo è un modo di aumentare l'interesse verso la scienza. I metodi basati sull'investigazione (**Inquiry-based Science Education, IBSE**) si sono dimostrati efficaci per l'apprendimento della scienza a livello di **scuola primaria**: essi aumentano sia l'interesse dei bambini sia la motivazione degli insegnanti. Essi sono perfettamente adatti ai bambini della scuola primaria, in cui si può far uso dell'"età d'oro per la curiosità" dei bambini. Oltre al pensiero critico e alla riflessione essi sviluppano abilità complementari come lavorare in gruppo, espressione scritta e verbale, esperienza nel risolvere problemi aperti e altre abilità interdisciplinari.*

*I metodi IBSE sono efficaci anche a livello di **scuola secondaria**, anche se i docenti sono più riluttanti a seguire tali metodi che richiedono più tempo che sembra venir sottratto allo svolgimento del programma. Le tecniche IBSE sono poi efficaci per gruppi di studenti che hanno un **basso rendimento** con i metodi tradizionali (per motivazione, situazioni svantaggiate): in questi casi il loro inserimento ha un importante valore sociale perché in una società basata sulla conoscenza l'ignoranza scientifica ha un alto costo sia individuale che sociale. IBSE non esclude l'ambizione di **eccellenza**, anzi questi metodi creano l'ambiente più favorevole allo sviluppo dei livelli più alti per gli studenti dotati di maggior talento e più creativi e motivati. Infine i due approcci non si escludono ma possono essere usati entrambi nella didattica in classe a seconda degli argomenti e delle attitudini dei gruppi classe.*

Il rinnovamento dell'insegnamento scientifico basato su IBSE aumenta le possibilità di cooperazione tra i vari attori dell'educazione formale ed informale. Le iniziative che sono state identificate come efficaci nel promuovere IBSE sono

20. Vedi al sito: http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final_en.pdf

21. M.C. Linn, E.A. Davis, P. Bell, "Internet Environments for Science Education." Mahwah, N.J., LEA, 2004.

Le indicazioni della DDSCI per l'insegnamento delle Scienze: uno sguardo all'Europa

spesso organizzate e supportate a livello locale (comuni, associazioni genitori) anche quando fanno parte di organizzazioni più ampie.

2. Gli insegnanti hanno un ruolo chiave nel rinnovamento dell'educazione scientifica. Far parte di una rete professionale permette ai docenti di migliorare la qualità del loro insegnamento e supporta la loro motivazione: l'isolamento è spesso uno degli aspetti negativi della pratica professionale che incide sul loro morale e sulla loro motivazione. La rete, complementare ai metodi tradizionali di formazione in servizio, offre opportunità di cooperare dentro la scuola e tra scuole, riflettere collaborativamente, scambiare idee, materiali ed esperienze, avere la collaborazione di ricercatori e stimoli e supporti dalla ricerca.

3. In Europa questo rinnovamento delle pratiche didattiche nelle scienze è in corso in due iniziative innovative: i progetti "Pollen" e "Sinus-Transfer". Queste iniziative stanno dimostrando di essere in grado di aumentare l'interesse e il rendimento dei bambini in campo scientifico e con qualche adattamento potrebbero essere implementate efficacemente su maggior scala in modo da avere l'impatto desiderato. Il livello di finanziamento richiesto è compatibile con gli strumenti di finanziamento dell'Unione Europea.

Raccomandazioni del gruppo Rocard

Raccomandazione 1

Poiché è in gioco il futuro dell'Europa, gli attori della scuola devono richiedere azioni per il miglioramento dell'educazione scientifica alle Autorità responsabili ai diversi livelli: locale, regionale, nazionale ed europeo.

Raccomandazione 2

I miglioramenti nell'educazione scientifica vanno realizzati attraverso le nuove forme di didattica, promuovendo l'introduzione degli approcci basati sull'investigazione (IBSE), e lo sviluppo di reti professionali per gli insegnanti.

Raccomandazione 3

Si deve prestare particolare attenzione a stimolare la partecipazione delle ragazze alla nuova didattica e accrescere la loro autostima rispetto all'apprendimento scientifico.

Raccomandazione 4

Si devono introdurre misure atte a promuovere la partecipazione delle città e delle comunità locali attraverso azioni collaborative a livello europeo, al fine di accelerare il rinnovamento dell'educazione scientifica mediante la condivisione del know how.

Raccomandazione 5

Si devono migliorare i collegamenti tra le attività nazionali e quelle Europee e si devono creare le opportunità per aumentare le azioni di supporto, attraverso gli strumenti del Programma Quadro e i programmi EAC, ad iniziative come Pollen e Sinus Transfer. Il livello di sostegno economico necessario da parte della Comunità Europea è ragionevolmente stimato in circa 60 milioni di euro per i prossimi 6 anni²².

Raccomandazione 6

La Commissione Europea dovrebbe creare e sostenere un Comitato Consultivo Europeo per l'Educazione Scientifica composto da rappresentanti di tutti gli attori."

Conclusioni generali del rapporto

"Per quanto fissare i curricula sia prerogativa dei Ministri degli Stati Membri, si potrebbe fare molto a livello Europeo per un miglioramento sostanziale dell'insegnamento delle scienze: azioni per promuovere l'adozione di nuove metodologie didattiche, azioni per aiutare i docenti a presentare gli argomenti in modo efficace ed accattivante, azioni volte a stimolare un apprendimento basato sull'investigazione.

***La revisione e il miglioramento dell'insegnamento scientifico deve diventare una priorità per i politici Europei. Non solo perchè esso è essenziale per lo sviluppo dei singoli Paesi ma è anche essenziale se gli Stati Membri della Comunità Europea intendono intraprendere la via per rispondere agli obiettivi di Lisbona.*"**

Occorrerebbe che queste linee strategiche fossero accolte anche dal nostro Paese, non fosse altro che per far fronte in modo sistematico ai fallimenti e alla elevata mortalità scolastica, ma per far ciò occorre che chi sta al Governo investa nella scuola le risorse necessarie a promuovere il superamento dei limiti messi in chiaro dal rapporto Rocard, invece di operare all'opposto con tagli indiscriminati, per nulla legati a questioni di merito. L'UE ha promosso e finanziato progetti tesi al cambiamento e il documento Rocard ce ne informa opportunamente:

"Il Gruppo ha avuto l'opportunità di esaminare molte iniziative di alto livello le cui attività contribuiscono allo sviluppo di interesse verso la scienza e il coinvolgimento dei giovani in questo campo di studi. La specificità di Pollen e

22. Dunque nel periodo 2007-2013.

di Sinus-Transfer²³ è quella di promuovere un cambiamento nell'approccio didattico usato nell'insegnamento della scienza. Inoltre queste iniziative danno l'opportunità di sviluppare una rete europea di docenti di scienze, il che sembra essere un fattore chiave nel promuovere l'eccellenza.

Pollen e Sinus-Transfer sono iniziative significative ed adeguate. Pollen ha dimostrato che il suo approccio può essere applicato in differenti contesti nazionali. I partner di Pollen, che seguono lo stesso approccio pedagogico lo hanno comunque implementato in modi differenti in funzione delle condizioni locali, rivelando così una buona flessibilità del progetto.”

Migliorare le competenze per il 21° secolo: un programma di cooperazione europea nella scuola

Poco più di un anno fa, nel luglio 2008, mentre già la nostra scuola si dibatteva nelle difficoltà introdotte con i tagli, il maestro unico e mentre la Commissione Curricoli della DDSCI stava per licenziare i suoi documenti²⁴, la Commissione delle Comunità Europee ha inviato al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni una Comunicazione dal titolo “*Improving competences for the 21st Century: An Agenda for European Cooperation on Schools*”²⁵, accompagnata da un Documento di Lavoro²⁶ contenente i risultati di una pubblica consultazione, svoltasi dal luglio al dicembre 2007, dal titolo “*Scuole per il 21° secolo*”²⁷.

Riferire come stiamo facendo punto per punto le tappe evolutive dell'elaborazione avvenuta in Europa ci restituisce la complessità di una elaborazione che si fonda su principi chiari e che, rispondendo ad esplicite esigenze della Comunità Europea in riferimento a ciò che avviene nel resto del mondo, non può essere tacciata di ideologismi. La consultazione a cui si riferisce il Documento “Scuole per il 21° secolo” ci offre infatti una fotografia dell'esistente, aggiornata al 2007, ma sufficientemente rappresentativa della realtà fattuale essendo stata diretta a vari soggetti (autorità decisionali a livello nazionale, regionale o locale, organizzazioni formali di attori nel campo dell'educazione, insegnanti, studenti, genitori, cittadini interessati a questo aspetto delle nostre società): una rilevazione importante, coerente al contesto teorico ed empirico a cui si riferisce la Comunicazione della Commissione. Anche qui, per facilitare chi voglia mettere in ordine i fatti, riportiamo una sintesi della Comunicazione.

Preparare i giovani per il 21° secolo

I mutamenti economici e sociali nell'Unione Europea offrono nuove opportunità e nuove sfide. Ai giovani viene richiesto un campo di competenze più vasto di quanto mai sia stato richiesto prima per inserirsi con successo in un'economia globalizzata e in società sempre più diverse. Molti troveranno impiego in lavori che ancora non esistono: a molti verranno richieste elevate capacità linguistiche, interculturali e imprenditoriali. La tecnologia continuerà a cambiare il mondo in modi che non possiamo immaginare. Sfide come il cambiamento del clima richiederanno adattamento radicale. In questo mondo sempre più complesso la creatività e la capacità di continuare ad apprendere e ad innovare conterà quanto, se non di più, del possesso di aree specifiche di conoscenza soggette a diventare obsolete. La norma sarà apprendere per tutta la vita. L'elemento “istruzione” del triangolo “ricerca-innovazione-istruzione” dovrebbe essere potenziato, iniziando presto, nella scuola. Le competenze e attitudini all'apprendimento acquisite nella scuola sono essenziali per lo sviluppo di nuove abilità per nuovi lavori nella vita. Investire nei giovani è una priorità essenziale.

Scopo della Comunicazione

La sfida che l'EU deve affrontare è quindi quella di insistere sulla riforma dei sistemi scolastici mediante accesso facilitato e maggiori opportunità, in modo da permettere che ogni giovane possa sviluppare pienamente il proprio potenziale, così da diventare attivamente partecipe nell'emergente economia della conoscenza e rinforzare la solidarietà sociale.

La Commissione ritiene che l'educazione scolastica debba essere una priorità chiave del prossimo ciclo del processo di Lisbona.

Le maggiori sfide che i sistemi scolastici devono affrontare in cooperazione tra loro possono essere identificate e raggruppate in 3 aree:

- *focus sulle competenze*
- *apprendimento di alta qualità per ogni studente*
- *insegnanti e personale della scuola”.*

Prima di procedere oltre, ci permettiamo di sottolineare come le Istituzioni UE sottolineino l'esigenza di una scuola “per competenze” e di un insegnamento che consenta “un apprendimento di alta qualità per ogni studente”: difficile

23. Vedi i siti: www.pollen-europa.net/ e <http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/home.html>

24. La pubblicazione risale all'Ottobre 2008.

25. SEC (2008) 2177

26. COM (2008) 425

27. SEC (2007) 1009; http://ec.europa.eu/dgs/education_culture/consult/index_en.html

Le indicazioni della DDSCI per l'insegnamento delle Scienze: uno sguardo all'Europa

pensare che questi obiettivi si possano perseguire in classi ove il numero di allievi è ormai fuori controllo, in una scuola dove i docenti sono mal pagati quando non sono precari e dove non vi sia alcuna chiarezza circa il sistema di reclutamento. Difficile certo, ma non impossibile visto che, malgrado tutto, in Italia vi sono realtà di eccellenza, che hanno anticipato da tempo le scelte che riguardano la scuola per competenze²⁸.

Il focus sulle competenze

È proprio sulle competenze che la Comunicazione insiste particolarmente: riprendiamo dunque il capitolo **“Implementare le competenze chiave”**, che recita testualmente:

“- Il Consiglio ha sottolineato la necessità di dotare le persone di “nuove abilità per nuovi lavori”, aumentare i livelli delle abilità complessive fornendo “istruzione e formazione, iniziali e continue, per raggiungere abilità e competenze di qualità più elevata, anche di eccellenza, allo scopo di mantenere e accrescere la loro capacità di innovazione, richiesta per una maggiore competitività, crescita e impiego”²⁹.

- I curricoli scolastici devono aiutare gli studenti ad acquisire le conoscenze, abilità e attitudini necessarie per l'applicazione nelle situazioni della vita reale.

Il Framework Europeo delle Competenze Chiave³⁰ è confermato essere una base per un approccio coerente allo sviluppo delle competenze nell'istruzione scolastica e nella formazione.

I ragazzi fin dall'infanzia devono “imparare ad imparare”, riflettendo criticamente sui loro obiettivi di apprendimento, sviluppando il loro apprendimento con autodisciplina, lavorando autonomamente e collaborativamente, cercando informazioni e supporto quando necessario, e usando tutte le opportunità delle nuove tecnologie

- La consultazione delle scuole ha espresso la richiesta di un ambiente di apprendimento più flessibile che aiuti gli studenti a sviluppare un insieme di competenze pur assicurando un fondamento di abilità di base. Occorrono nuove didattiche, approcci interdisciplinari e maggior coinvolgimento degli studenti nel progettare il proprio apprendimento.”

Occorre che ci si fermi un istante a riflettere su questo *“progettare il proprio apprendimento”*: significa che quando parliamo di centralità dello studente nel suo stesso processo di apprendimento³¹ non stiamo dicendo altro che quanto affermato dalle Istituzioni Europee e quando parliamo di una didattica laboratoriale che eviti il ricorso esclusivo ai protocolli esecutivi per aprirli alle scelte dell'esperienza da verificarsi personalmente e al livello della classe³², non stiamo cercando di promuovere altro che l'autentico protagonismo degli studenti a cui l'EU richiama e a cui si è ispirato il lavoro della CCDDSCI.

Il documento EU che stiamo esaminando è a tutto tondo: non si limita ad individuare le competenze, ma ne traccia il panorama di senso parlando esplicitamente di un approccio didattico *“olistico”*, cosa del tutto coerente con la scuola *“per competenze”*. Vediamo cosa dice il testo:

“La riforma dei curricoli per aumentare le competenze richiede un approccio olistico, organizzando l'apprendimento disciplinare e interdisciplinare, puntando esplicitamente alle competenze, proponendo nuovi approcci didattici e di formazione degli insegnanti e, cosa vitale, coinvolgendo pienamente insegnanti, allievi e altri attori.

Analogamente le scuole dovrebbero promuovere la salute e il benessere degli allievi e del personale e la cittadinanza attiva. L'acquisizione di un bagaglio di competenze, compresa l'educazione imprenditoriale e i linguaggi, può essere favorita in un ambiente scolastico in cui personale e studenti vengono incoraggiati ad essere innovativi e creativi.”

Anche leggere, scrivere e far di conto, componenti essenziali delle competenze chiave, sono finalmente collegate all'esigenza di comprendere le scienze:

”Far di conto, competenze matematiche e digitali e comprensione della scienza sono vitali per una piena partecipazione nella società della conoscenza e per essere competitivi nell'economia moderna. Le prime esperienze dei bambini sono cruciali ma gli studenti sono troppo spesso ostili verso la matematica ed alcuni indirizzano le loro scelte scolastiche in modo da evitarla.

Differenti approcci didattici possono migliorare gli atteggiamenti, aumentare i livelli raggiunti, aprire nuove possibilità di apprendimento.

Il supporto all'educazione in scienze e matematica è un obiettivo del Framework del 7° Programma EU che pone l'enfasi sulle metodologie di investigazione e dell'insegnamento basato su problemi e sulla promozione dello scambio di buone pratiche”.

28. T. Pera, R. Carpignano, D. Lanfranco, *“Piano ISS – Insegnare Scienze Sperimentali, un nuovo modello per la formazione dei docenti”*, in E. Torracca (a cura di), DDSCI, *“La didattica laboratoriale in Chimica”*, AIF Editore, (fondi L. 6/2000), 2008.

29. OJ 2007/C 290/01 del 4.12.2007

30. Raccomandazione 2006/962/EC

31. T. Pera, R. Carpignano, G. Cerrato, D. Lanfranco, *“Dalla centralità del programma alla centralità dello studente”*, CnS, ibid.

32. T. Pera, R. Carpignano, *“Didattica laboratoriale e traguardi di competenza. Esperienze, esperimenti, esercitazioni. Cosa fare, come, quando e perché”*, ibid.

Infine il testo scandisce ulteriormente e a chiare lettere il principio innovativo secondo cui la scuola deve operare a partire dall'allievo e non dal programma implementando una didattica personalizzata. Su questo piano è chiaro che s'impongono scelte in relazione al tempo-scuola a disposizione nei vari casi: è chiaro che la scuola per competenze implica che la scuola si rinnovi passando dal paradigma della quantità a quello della qualità; meno cose (apprendimenti) ma affrontate meglio (competenze). Circa questo aspetto il documento ci ricorda che:

“I bisogni di ogni allievo sono differenti. Ogni classe è un luogo di diversità, di: genere, gruppi socio-economici, abili o disabili, lingue materne e stili di apprendimento. Migliorare le competenze significa insegnare agli allievi in modo più personalizzato.

Adattare la didattica alle necessità di ogni ragazzo può aumentarne l'interesse e l'impegno nelle attività scolastiche e migliorare i loro risultati, ma questo deve avvenire in modo uguale per tutti gli studenti.

L'identificazione precoce delle difficoltà individuali e strategie preventive che favoriscano la comprensione sono i mezzi più importanti per ridurre il numero dei ragazzi che abbandonano presto la scuola. Occorre uno specifico addestramento degli insegnanti a lavorare in differenti contesti di classe. Percorsi di educazione e di addestramento più flessibili possono facilitare il completamento della scolarità e far sì che tutti gli studenti siano preparati ad apprendere per tutta la vita.”

Non mancano nel documento riferimenti alla verifica dell'apprendimento e delle competenze che tuttavia non sviluppiamo in questa sede; ci basta cogliere qui il fatto che se ne parla come di cose differenti. Non si tratta infatti tanto e solo di valutare quante e quali informazioni gli studenti abbiano memorizzato e sappiano connettere tra loro (apprendimenti), quanto le capacità di richiamare questi stessi apprendimenti insieme a tutte le altre risorse necessarie, frutto di esperienza, per agire in determinati contesti.

Riflessioni conclusive circa la relazione tra quadro europeo e indicazioni CCDDSCI

Da tutto quanto abbiamo riferito, ci sembra emerga una valutazione pienamente positiva delle indicazioni CCDDSCI che ci si augura vengano accolte nel merito anche dalle altre Associazioni come AIF e ANISN: la scuola delle competenze ha bisogno di una comunità di insegnanti rappresentati che sia capace di uscire dagli specifici disciplinari per riconoscere la diversità e la specificità delle materie di insegnamento che, più che alle rispettive scienze di riferimento, sono legate alla didattica ed alla ricerca che questa “scienza tra le scienze” richiede e sviluppa. Discutere di apprendimenti e competenze e distinguere tra misurazione-verifica di conoscenze/concetti (apprendimenti) e misurazione-verifica di competenze non ha specifici riferimenti disciplinari, ma attiene alla ricerca didattica: i documenti e le riflessioni che attraversano l'Europa ormai da una decina d'anni, dalla conferenza di Lisbona in poi, puntano sulla centralità dello studente nei suoi processi di apprendimento, come riconoscimento di un vero e proprio diritto di cittadinanza. Puntano perciò anche e necessariamente su una qualità diversa dell'insegnamento che è pensato funzionale a curricoli definiti in termini di traguardi di competenza piuttosto che di soli contenuti.

E' un deciso cambio di rotta cui la scuola italiana, pesantemente condizionata dai recenti tagli alla spesa e all'occupazione, sembra ancora per larga parte impreparata e tuttavia è legittimo coltivare la speranza che, malgrado le resistenze strutturali e, a volte, ideologiche, il nostro sistema formativo possa emanciparsi dalla attuale situazione: ne sono ad esempio testimonianza, nell'ambito delle scienze sperimentali, il Piano ISS e gli elaborati della Commissione Curricoli della DDSCI che aprono le porte ad un rinnovamento per certi versi radicale che potrebbe far uscire finalmente gli studenti dalle gabbie dell'insuccesso e della mortalità scolastica. Il mondo è troppo bello e interessante perché la nostra scuola non ne viva di luce riflessa.

SCUOLA PRIMARIA

La costruzione del curricolo verticale di scienze nella mia esperienza di insegnante di scuola primaria

Rossana Nencini

Docente scuola primaria, I.C. Barberino del Mugello- Firenze

Riassunto

Una scuola che sappia motivare all'apprendimento delle scienze di base e costruire negli alunni, in tutti gli alunni, una concreta attitudine verso il sapere scientifico, non può non porre costante attenzione al soggetto che apprende, ai suoi bisogni cognitivi e motivazionali e alle sue difficoltà, individuando metodologie e modalità relazionali profondamente diverse dalla scuola tradizionale, con l'abbandono dell'enciclopedismo e con la scelta di saperi essenziali. Ciò si potrà verificare se le scuole sapranno diventare luoghi di ricerca, se sapranno cioè, con l'aiuto di strutture di supporto, progettare concretamente l'innovazione curricolare in modo da far diventare le discipline scientifiche strumenti adeguati al raggiungimento di competenze significative e durature.

Nelle Indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo di istruzione nel capitolo *L'Organizzazione del Curricolo*, si legge testualmente:

“La costruzione del curricolo scolastico è il processo attraverso il quale si sviluppano e organizzano la ricerca e l'innovazione scolastica”.

Quelle indicazioni (per altro ancora in vigore) nascono all'interno di una cornice culturale che vede il curricolo verticale e la sua elaborazione, affidata alle singole scuole, come il cuore del Piano dell'Offerta Formativa di ogni istituzione scolastica. Il che significa dare priorità all'interno del POF a quei progetti che sono strettamente connessi al rinnovamento dell'insegnamento delle discipline fondamentali. Rinnovamento indispensabile per realizzare, nel concreto, una scuola di qualità e di inclusione. La costruzione del curricolo verticale è vista, giustamente, come un processo, ossia come un complesso procedimento di attività e forme che impegna la scuola in un costante miglioramento dell'insegnamento volto ad intercettare tutti gli studenti. La costruzione del curricolo verticale è da considerarsi, infatti, un'impresa molto impegnativa perché comporta il riferimento costante a **metodologie e modalità relazionali che mettano lo studente al centro del processo di costruzione della conoscenza**. Le Indicazioni per il curricolo sono ancora in vigore e le scuole sono tutt'oggi chiamate ad impegnarsi, in questo senso, in tutti i settori del sapere e, in particolare, nel settore del sapere scientifico. Da anni le indagini comparative internazionali sul rendimento scolastico nelle scienze mettono in evidenza, per l'Italia, livelli di apprendimento assolutamente insoddisfacenti rispetto ai paesi con sviluppo socio-economico simile. A questi corrisponde puntualmente un atteggiamento di scarso interesse verso le scienze e un calo di iscrizioni ai corsi di laurea dedicati alle scienze di base. Le ragioni di tutto questo sono varie, ma alcune sono indubbiamente legate alla didattica: metodi di insegnamento che non avvicinano i ragazzi all'indagine, uso limitato e non sistematico della pratica di laboratorio che favorisce lo sviluppo delle capacità di osservare, manipolare, riflettere, ricorso ad una gamma limitata di strumenti didattici, spesso il solo libro di testo.

Lo studente al centro: cosa significa?

Significa offrirgli la possibilità di costruire, passo dopo passo le proprie conoscenze, sulla base di una regia attenta e rigorosa da parte dei docenti, perché possa formarsi una particolare attitudine mentale, un modo efficace di organizzare il pensiero, di elaborare idee, riflessioni, ragionamenti e compiere al massimo il proprio processo di crescita attraverso la disciplina. In particolare, nella fascia di età della scuola primaria, significa coinvolgerlo in proposte di insegnamento che facciano continuo riferimento all'esperienza concreta che sia, però, un'esperienza di qualità: significativa dal punto di vista disciplinare e capace di interagire con i bisogni cognitivi e motivazionali dell'alunno. Significa operare delle scelte molto precise all'interno dell'ambito disciplinare individuando quei contenuti e, quindi, le esperienze a loro riferibili, che fanno parte del vissuto quotidiano dei ragazzi e nei confronti dei quali esiste già una conoscenza spontanea, anche se ancora irreflessiva, inconsapevole, asistemica. Significa offrirgli l'opportunità di costruire consapevolezza in merito ad ogni esperienza riflettendo su di essa per darne una propria rappresentazione. Significa dare valore alla discussione collettiva fra pari, ossia al pensare insieme, che diventa momento decisivo sia nello sviluppo della concettualizzazione che nel potenziamento della motivazione. Esperienza, riflessione individuale e collettiva, si completano a vicenda dando valenza sia alle individualità che al confronto con i coetanei, in un clima di ascolto, condivisione e valorizzazione del contributo di tutti per lo sviluppo e l'arricchimento delle conoscenze di ognuno. Anche se con modalità e caratteristiche cognitive diverse, ogni alunno deve avere l'opportunità di sentirsi

protagonista all'interno di un contesto che lo valorizza e lo rispetta, anche nell'errore, accolto come utile alla discussione e al confronto. Noi insegnanti sappiamo che l'opportunità di costruire soluzioni, di pensare in merito ad un quesito o ad un problema da risolvere, di discutere con i compagni, di elaborare ragionamenti e definizioni operative... richiede tempi lunghi, ma offre ad ognuno l'opportunità di integrazione mentale dei concetti. E' all'interno di una impostazione metodologica di questo tipo che ogni alunno ha la possibilità di costruire apprendimenti che non si perdono nel tempo breve, ma che restano ancorati alla memoria a lungo termine e disponibili per poter essere utilizzati in contesti diversi: la possibilità, cioè, di sviluppare competenze. Ciò che occorre è una didattica centrata sulla persona che apprende con percorsi consapevoli, contenuti, metodologie e strumentazioni finalizzate all'apprendimento individuale e collettivo. Una didattica laboratoriale per garantire l'apprendimento, non una tecnica qualsiasi per trasmettere nozioni, una didattica interattiva e relazionale centrata sull'altro.

Il curriculum e la professionalità docente

Ma tutto questo si può pensare di realizzarlo solo e soltanto se nelle scuole si costituiscono strutture che siano in grado di realizzare un'attività di ricerca didattica sistematica e costante che, da un lato, contribuisca alla progettazione di piste di lavoro efficaci e, dall'altro, garantisca un'adeguata crescita professionale dei docenti in servizio. Il necessario processo di innovazione nell'insegnamento scientifico è, infatti, strettamente legato alla professionalità dei docenti, alla loro formazione iniziale, e alla loro formazione in servizio che deve essere considerata una componente irrinunciabile del processo di innovazione didattica di cui la costruzione del curriculum è espressione.

Questo non significa che nei vari ordini di scuola non si incontrino insegnanti di elevata formazione didattico/disciplinare, in grado di proporre nelle proprie classi una didattica di qualità; queste figure esistono in ogni ordine di scuola, ma rappresentano una assoluta minoranza del corpo docente e la loro significatività rimane legata alla propria individualità, alla propria classe, alla propria disciplina. Occorrono strutture che realizzino una formazione la cui ricaduta investa l'organizzazione complessiva della scuola e sappia modificarla. Le strutture di cui le scuole hanno bisogno non possono essere quelle già esistenti e cioè i consigli di classe o le classi parallele che non hanno mai contribuito allo sviluppo della ricerca e dell'innovazione didattica; servono nuove strutture ossia gruppi di lavoro che raccolgono insegnanti che insegnano la stessa disciplina e che, insieme, si interrogano su cosa significhi "fare scienze" nel rispetto dei bisogni cognitivi e motivazionali dei ragazzi, con l'obiettivo di creare, nel maggior numero possibile di essi, una vera e propria attitudine verso questo settore del sapere realizzando apprendimenti significativi. Servono strutture costruite appositamente allo scopo di trasformare la scuola, ogni scuola, in luogo di ricerca, strutture che sappiano essere veicoli di attuazione dell'"autonomia di ricerca e sviluppo delle istituzioni scolastiche".

In quest'ottica si sta opportunamente muovendo anche il Piano ISS della Regione Toscana che, accanto alla costruzione di comunità di buone pratiche realizzate nei vari presidi provinciali e in rete con il supporto diretto delle associazioni professionali degli insegnanti, sta contemporaneamente stimolando gli insegnanti coinvolti nella formazione di presidio a realizzare, nelle proprie scuole, piccoli gruppi di lavoro con i quali socializzare le buone pratiche acquisite e avviare così, a piccoli passi, l'attività di ricerca nella propria scuola.

La banalizzazione della ricerca didattica disciplinare: un grande rischio di fallimento dei laboratori di ricerca

Ancora oggi molte scuole dichiarano di aver già completato il lavoro sui curricoli verticali delle discipline fondamentali considerando la costruzione dei curricoli come la stesura di documenti in cui, quasi sempre, sono inserite, generiche prescrizioni, dichiarazioni di aspirazioni, raccolte di termini in cui ciascuno può vedere quello che vuole, in altre parole le classiche "programmazioni per obiettivi" che, oggi, rischiano di complicarsi con l'introduzione di un nuovo lessico quello delle "competenze". Limitarsi alla stesura di questi documenti non sviluppa nessuna innovazione nella didattica disciplinare, sono documenti che impegnano gli insegnanti per tempi anche lunghi in una delicata ricerca lessicale dei traguardi che i ragazzi devono raggiungere al termine di ogni anno scolastico, ma che parallelamente non entrano in merito, né al che cosa si deve insegnare, né al come si deve farlo. Sono documenti che muoiono non appena sono stati completati, inutilizzabili nella didattica quotidiana, dimenticati, spesso, nel cassetto della propria cattedra. Dietro alla costruzione del curriculum disciplinare c'è ben altro, c'è l'obiettivo di perseguire quello che è il compito principale della scuola, di ogni scuola: costruire nel maggior numero di allievi strutture di conoscenze e capacità cognitive di alto livello, in altre parole gli strumenti cognitivi necessari per muoversi nella società contemporanea a cui si uniscono la motivazione e il piacere di apprendere, la capacità di autocontrollo e di attenzione. La costruzione del curriculum disciplinare si muove, quindi, su un terreno di alta complessità che chiama in causa competenze in più settori del sapere, dalla psicologia dell'apprendimento, alla pedagogia, alla didattica e, ovviamente, adeguate competenze disciplinari. Ciò comporta che la formazione dei docenti nei laboratori di ricerca sui curricoli disciplinari di ogni scuola debba essere accompagnata, almeno nei primi anni, da formatori esperti il cui compito non sarà certo quello di trasmettere conoscenze, ma piuttosto quello di seguire passo dopo passo la costruzione e la sperimentazione in classe delle diverse piste didattiche.

La ricerca sul curricolo e gli insegnanti di scuola primaria

E' opinione diffusa che tutto possa ridursi ad un problema di metodologia da seguire e che una volta esplicitate le linee metodologiche più idonee alle diverse fasce di età, gli insegnanti possano essere in grado di tradurre quelle linee in azione didattica significativa applicandole ai contenuti che ritengano più idonei alle diverse situazioni classe e ai diversi contesti. Si attribuisce, così, agli insegnanti una capacità di progettazione che gli insegnanti, spesso, non possiedono semplicemente perché non sono stati formati in questo senso. Siamo, di nuovo, sul terreno della banalizzazione dell'azione didattica che non tiene conto, né dell'importanza della scelta di contenuti adatti ai diversi livelli scolari, né delle difficoltà insite nella costruzione dei percorsi didattici; banalizzazione che conduce spesso anche i docenti disponibili all'innovazione a "lasciar perdere" rifugiandosi nella didattica tradizionale o realizzando piste di lavoro non sempre ben finalizzate, caratterizzate da una progettualità spesso estemporanea, incapaci di considerare in modo adeguato i carichi cognitivi adatti a quel livello scolastico. Si deve essere in grado di entrare dentro le discipline ed operare una profonda riflessione di carattere storico - epistemologico per trarre da esse quegli elementi fondanti utili alla formazione del pensiero razionale attraverso il progressivo sviluppo di abilità osservative - logico - linguistiche. E' necessario avere la consapevolezza che non si può presupporre nei ragazzi una capacità di astrazione che ancora non può esistere. Questa capacità può essere costruita in tutto l'arco del primo ciclo di istruzione soltanto se si ripete in ogni contesto e con ogni nuovo concetto, il passaggio graduale dal concreto all'astratto cogliendo sempre le analogie e le differenze con altri concetti precedentemente affrontati con approccio operativo, attraverso un percorso a spirale fatto di continue *andate e ritorni*. E' necessario porre i ragazzi di fronte a situazioni stimolanti, situazioni problema che li incuriosiscano e li stimolino a pensare autonomamente, ma queste situazioni devono rappresentare sfide equilibrate, sfide possibili su cui poter riflettere e sviluppare ragionamenti. In questo senso la progettazione diventa un lavoro minuzioso, raffinato: è un punto di arrivo e non di partenza. Sulla base delle mie esperienze di funzione strumentale che da anni coordina il laboratorio di ricerca sul curricolo di scienze del proprio Istituto e di tutor del Piano ISS nel Presidio di Firenze Ovest, la maggior parte dei docenti acquisisce la capacità di inserirsi in una diversa progettualità del proprio fare scuola riconoscendone il valore, solo se ha modo di sperimentare, nelle proprie classi, piste di lavoro già progettate in forma laboratoriale per discutere poi su di esse cogliendo, nel corso della discussione, le motivazioni sottese alle diverse fasi che il percorso prevede. Altrettanto diffusa è la convinzione che la capacità di insegnare e di motivare sia legata alla varietà delle proposte didattiche che si rivolgono agli alunni. Certo, nel corso degli anni, può essere opportuno individuare contenuti diversi che si aggiungano a quelli che costituiscono il curricolo di base per l'insegnamento delle scienze e costruire, in relazione ad essi, nuovi percorsi offrendo agli insegnanti la possibilità di scegliere fra diversi piani programmatici, ma la ricerca verso cui ci si deve orientare è quella di rendere i percorsi sempre più completi e stimolanti, sempre più calibrati alle necessità cognitive e motivazionali dei ragazzi, sempre più adatti al loro diritto di apprendere in modo significativo. E per far questo si deve formare nei docenti la capacità di "vedere" gli allievi, tutti gli allievi, nel loro processo di apprendimento individuale, soffermandosi sulle loro difficoltà e cercando di prenderle veramente sul serio. Sicuramente occorre dare agli alunni più deboli la possibilità di guardare indietro, di ripercorrere i segmenti di lavoro di cui non hanno saputo o potuto cogliere il significato, di riflettere su un errore non capito e non superato, di osservare, di nuovo, un'esperienza per coglierne la corretta successione logica e mettere in evidenza i perché del fenomeno che si vuole indagare, ma occorre anche rivedere, alla luce delle difficoltà incontrate dagli alunni, il percorso didattico stesso, destrutturandolo e ristrutturandolo continuamente per renderlo sempre migliore. In quest'ottica nessuna pista di lavoro è da considerarsi mai "finita" e il lavoro sul curricolo diventa il cuore della ricerca didattica che ogni scuola è chiamata a svolgere al proprio interno sistematicamente e con continuità..

Indicazioni del Curricolo Verticale di Chimica DDSCI : riflessioni

Quanto scritto è in sintonia con gran parte delle Indicazioni per il Curricolo Verticale di Chimica elaborato dalla Commissione Curricoli della DDSCI nell'Ottobre del 2008, in particolare con la premessa e le indicazioni metodologiche, ma in questo contributo si è voluto sottolineare il fatto che ogni documento per quanto ben impostato e significativo, deve essere, letto, studiato, compreso, contestualizzato per poi trovare una sua traduzione concreta nella didattica quotidiana in classe e avere ricadute verificabili nell'insegnamento apprendimento. Operazioni quelle appena citate che se non previste all'interno di una organizzazione scolastica che le stimola e le facilita rischiano di rimanere legate alla buona volontà dei docenti e saranno più sensibili e appassionati che, in solitudine, cercheranno i modi per misurarsi con l'innovazione senza poter ottenere risultati tangibili a livello di sistema. E proprio su di loro, a mio parere, rischia di ricadere l'effetto più grave di un sistema che non sa assumersi, in quanto sistema, le responsabilità dell'innovazione; i docenti appassionati, infatti, si sentono sempre più delusi e frustrati, in parte perché vedono declinare il loro status sociale, in parte perché non vedono i risultati dei loro sforzi. Gli altri, tutti gli altri, continuano a fare scuola come l'hanno sempre fatta. Occorre che le scuole si assumano esse stesse la responsabilità del "cambiamento" considerandolo il loro obiettivo primario per combattere l'abbassamento dei livelli scolastici nell'insegnamento-apprendimento delle scienze dove la scuola italiana ha subito uno dei tracolli più eclatanti rispetto agli altri paesi occidentali.

Una possibile organizzazione della scuola per la costituzione di laboratori di ricerca sul curricolo.

Le scuole impegnate nei laboratori di ricerca sul curricolo devono ripensare la loro organizzazione e l'utilizzo delle loro risorse umane e finanziarie: l'esempio dell'Istituto Comprensivo di Barberino Mugello.

L' ORGANIZZAZIONE SCOLASTICA



L'ATTENZIONE ALLA DOCUMENTAZIONE



Costituzione di un archivio didattico che contenga:

- ▶ Descrizione dettagliata dei percorsi progettati nel laboratorio
- ▶ Fotocopie a colori di alcuni quaderni individuali degli alunni che documentano le fasi di svolgimento del percorso didattico in classe: loro organizzazione per fasce d'età
- ▶ Documentazione in power point dei percorsi più significativi
- ▶ Raccolta di tutti i materiali necessari allo svolgimento dei percorsi: immagini a colori, schede di lettura, video.....possibili ambienti da visitare.....
- ▶ Raccolta delle prove di verifica ritenute più significative
- ▶ Bibliografia
- ▶ Costruzione di una Sezione Didattica nel sito dell' Istituto in cui inserire la documentazione dei percorsi sperimentati.

SCELTE DI BILANCIO

PIANO PER L'AGGIORNAMENTO

Si dà la priorità al pagamento degli esperti che supportano il lavoro dei gruppi di ricerca

FUNZIONI STRUMENTALI

Presentano progetti in cui è prevista anche la richiesta di fondi per l'allestimento e\o la manutenzione dei laboratori e per la documentazione

**COME SI SPENDONO I POCCHI SOLDI CHE LA SCUOLA HA A DISPOSIZIONE?
A CHE COSA SI DA' LA PRIORITA'?**

FONDO D'ISTITUTO

Retribuzione docenti per lavoro aggiuntivo relativo alla partecipazione ai lavori delle commissioni

**BILANCIO ORDINARIO
(FONDO AUTONOMIA)**

Acquisto di materiale didattico necessario alla realizzazione dei progetti presentati dalle funzioni strumentali e dai vari team (priorità ai curricoli)

Scienze e linguaggio: intreccio tra l'educazione scientifica e l'educazione linguistica nella scuola primaria

Rosarina Carpignano¹, Giuseppina Cerrato^{1, 2}, Daniela Lanfranco¹, Elisa Meloni¹

¹ Gruppo di Didattica Chimica dell'Università degli Studi di Torino

² Dipartimento di Chimica IFM – Università degli Studi di Torino
via Pietro Giuria, 7 – 10125 Torino
email: giuseppina.cerrato@unito.it

«Una buona scienza non è altro
che una lingua ben fatta»¹

Riassunto

L'educazione scientifica e l'educazione linguistica sono strettamente correlate: attività linguistiche di vario tipo e complessità attraversano e influenzano ogni momento dell'apprendimento scientifico, che, d'altra parte, nell'approccio fenomenologico e laboratoriale è particolarmente fecondo per l'acquisizione di competenze linguistiche a livello di scuola primaria. In questa ottica l'insegnante si configura insieme come "mediatore dell'apprendimento scientifico" e "mediatore linguistico".

In questo articolo si esaminano le funzioni del linguaggio -e anche i possibili ostacoli- nell'apprendimento scientifico e si mette in luce l'intreccio tra educazione scientifica ed educazione linguistica nei programmi scolastici italiani e francesi, con particolare riguardo all'importante lavoro operato dalla Commissione Curricoli della DD-SCI e alla "démarche d'investigation et recherche" della scuola primaria francese.

Introduzione

Per generare un apprendimento significativo, l'insegnamento scientifico, che si rivolge ai bambini della scuola elementare, deve basarsi sul *fare*, sull'*esperienza*, sul pieno utilizzo dei *sensi*; deve, cioè, coinvolgere la globalità del soggetto in crescita, la sua "mente" tanto quanto il suo "cuore" ed il suo "corpo". Ed è proprio il "corpo" la porta d'accesso che il bambino possiede per conoscere il mondo che lo circonda, e per acquisire quei nuovi saperi scientifici che lo aiuteranno a comprenderne il funzionamento, le relazioni complesse, le leggi, le problematiche e le sfide attuali. Parlare di un "*approccio laboratoriale*" nella Didattica delle Scienze significa proprio affermare l'esigenza di un'integrazione costante tra il *pensiero* e l'*azione*, tra il *sapere* ed il *fare*, tra i saperi propri, quelli dei compagni, quelli formalizzati, e quelli costruiti insieme, nella manipolazione diretta delle cose.

Fare scienze in questa ottica *fenomenologica* e *laboratoriale* richiede all'insegnante un nuovo posizionamento, un nuovo modo di pensare il suo ruolo professionale: se, nella tradizione, il maestro si configurava come principale "detentore dei saperi disciplinari" da trasmettere alla classe, con un flusso comunicativo uni-direzionale, nella nuova prospettiva l'insegnante diventa "*mediatore*". Il suo compito, infatti, è quello di fare da "*ponte*" tra ciò che i bambini già sanno, il "*noto*", e le nuove conoscenze da costruire insieme, l'"*ignoto*"; tra il singolo bambino ed il gruppo; tra gli allievi ed il mondo dell'*esperienza* reale.

E' veramente importante ritrovare queste stesse fondamentali linee di pedagogia didattica nei materiali elaborati dalla Commissione Curricoli (CC) della DD-SCI². Nel documento relativo alla Scuola Primaria la CC rompe ogni residuo indugio sul disciplinarismo, ancora così fortemente radicato nel panorama delle Associazioni italiane, e parla apertamente di "*approccio scientifico al sapere*" dichiarando che " *i contenuti sono completamente di servizio allo sviluppo delle abilità di base fondamentali per rendere gli alunni capaci di costruire il proprio sapere* ". Il testo dice anche che detti contenuti "*saranno scelti tra quelli che creano meno ostacoli cognitivi, cioè quelli meno carichi di teoria. L'obiettivo della didattica laboratoriale o comunque della didattica delle scienze alla primaria non è l'acquisizione da parte dei bambini di contenuti scientifici né del "metodo scientifico" (quasi ce ne fosse uno e uno solo), bensì l'acquisizione di una soggettività del bambino nel suo stesso processo di apprendimento*".

1. DE MAURO T., "Scienza e lingua", 1996, www.quipo.it/netpaper/demauro1996.html

2. Commissione Curricoli della DD-SCI- Proposta di un curriculum scientifico per la scuola di base. CnS 2, 52 2000.

Questi principi, dichiarati con chiarezza finora inconsueta in documenti ufficiali di questa portata, propongono la formazione scientifica di base su una panoramica a 360°, che permette di intrecciare la didattica delle scienze con tutte le altre didattiche, in termini finalmente trasversali. Lo sforzo non è quello di istruire impartendo lezioni sui contenuti, bensì quello di accompagnare l'allievo al pieno protagonismo nella costruzione della sua "storia" intellettuale che connetta mente e corpo nell'esercizio della piena cittadinanza.

In questa prospettiva il maestro è un "mediatore culturale" che crea ponti tra la cultura "altra" di cui è portatore ogni singolo bambino e la cultura adulta che egli dovrà costruire da sé, secondo modelli suoi propri, non necessariamente cumulativi.

Nel realizzare tale funzione mediatrice, il maestro deve prestare grande attenzione ad un aspetto in stretto legame con l'apprendimento scientifico: il *linguaggio*. L'insegnante si configura, dunque, anche come "*mediatore linguistico*", poiché le sue modalità d'interazione verbale (e non), i suoi interventi ed il tipo di lessico prescelto influenzano fortemente il processo d'apprendimento messo in atto dall'allievo. Essere un buon "*mediatore linguistico*", seguendo appunto la logica espressa dalla CC della DD-SCI, significa posizionarsi "*più vicino alle orecchie di chi ascolta che non alla bocca di chi parla*": significa, cioè, porsi nell'ottica del reciproco "capire", costruendo un linguaggio il più possibile adeguato al livello di comprensione ed accoglimento dei bambini, ed ascoltandone con attenzione le produzioni linguistiche. Questo significa, anche, dare grande spazio alle loro parole, ai loro significati, per accompagnare il graduale passaggio dal parlato spontaneo al linguaggio formalizzato delle scienze.

In questo articolo intendiamo prendere spunto dal lavoro della CC della DD-SCI per analizzare alcune peculiarità dei sistemi di educazione scientifica tipici della Scuola Primaria in Italia ed in Francia, focalizzando l'attenzione sugli aspetti salienti delle due realtà, ed esaminando in particolare come, nelle specificità dei contesti classe e scuola, gli insegnanti utilizzino il valore formativo dell'*esperienza*, del *fare* e del *manipolare*, evocati nel documento DD-SCI, per mettere in luce come le articolazioni del *linguaggio* (dei bambini, dell'adulto e del sapere formalizzato) accompagnino e medino il processo di apprendimento.

Scienze e linguaggio

L'apprendimento scientifico e il linguaggio sono strettamente correlati: attività linguistiche di diverso tipo e complessità attraversano trasversalmente ogni momento dell'educazione, compresa quella scientifica. Ci occuperemo qui in particolare di quest'ultima, così come essa si configura nell'approccio laboratoriale e fenomenologico.

L'apprendimento scientifico implica non solo l'acquisizione e comprensione di nuovi concetti, modelli esplicativi e metodologie, ma anche la familiarizzazione con un nuovo lessico, specialistico e scientifico.

Alfieri, Arcà, e Guidoni³ mettono in evidenza come nella creazione di contesti significativi ed accoglienti per l'apprendimento scientifico sia necessario integrare le dimensioni del *fare* e *guardare*, con quelle dell'*ascoltare*, del *dire* e del *rappresentare*: esperienza, pensiero e linguaggio vanno tenuti sempre insieme. Il punto di partenza deve essere l'accoglienza linguistica del bambino, costruita sui seguenti impliciti della relazione maestro- allievo- gruppo classe: "*parla che io cerco di capirti*"; "*io parlo e tu cerca di capirmi*"; "*i tuoi compagni parlano e noi cerchiamo di capirli*". L'ascolto e le conversazioni guidate sono fondamentali perché consentono ad ogni bambino di sapere cosa pensano gli altri e, quindi, di confrontare il proprio punto di vista con quelli altrui, superando una posizione rigida, sincretica ed egocentrica. Abituando gli allievi a *rappresentare* in diverse forme (con il disegno, il mimo corporeo, le storie di fantasia, le relazioni scientifiche ...) ciò che hanno visto, o fatto, o di cui hanno parlato, facciamo sì che il loro pensiero diventi organizzato, comunicabile, condivisibile e confrontabile nel tempo e nello spazio. "*I bambini arrivano a scuola interi e gli insegnanti hanno il dovere di rispettare la loro interezza arricchendola e rendendola esplicita*"³: tramite il linguaggio le esperienze vissute e le idee sono messe in parola prendendo una forma più chiara e precisa.

Prando,⁴ un'insegnante ricca di esperienza nell'educazione scientifica dei bambini, sostiene che la costruzione di conoscenze e lo sviluppo linguistico corrono in parallelo: il *fare* e *l'agire* in scienze devono essere sempre accompagnati dalla *mediazione linguistica* perché il soggetto possa promuovere il suo pensiero e costruire nuovi saperi. Il linguaggio consente la *condivisione* dell'esperienza con gli altri, il *confronto* di opinioni e punti di vista; il linguaggio, inoltre, stimola la *chiarificazione del pensiero*: parlando, o elaborando un testo scritto, i bambini sentono l'esigenza di essere capiti e ciò li motiva ad essere più precisi, a riformulare opinioni appena abbozzate e ad accrescere la consapevolezza rispetto al proprio modo di ragionare. Il documento DD-SCI coglie perfettamente queste esigenze didattiche tanto che ben quattro delle cinque finalità formative indicate per la scuola primaria e secondaria di primo grado (6-13 anni) si connettono con le abilità logico-linguistiche.

Con il passare del tempo, il linguaggio consente di staccarsi dal contesto concreto e specifico dell'esperienza per arrivare a *generalizzare* ed astrarre. Soltanto tramite il linguaggio, nelle sue diverse forme e possibilità rappresentative, la conoscenza si può *stabilizzare* e fissare nel tempo. D'altro canto, *fare* in prima persona, o partecipare ad un'esperien-

3. ALFIERI F., ARCA' M., GUIDONI P. (progetto a cura di), *I modi di fare scienze. Come programmare, gestire, verificare*, Bollati Boringhieri, Torino, 2000, pp. 353- 358

4. PRANDO R., *Indizi per capire. Dalla percezione alla conoscenza*, Scuolafacendo, Carocci Faber, Roma, aprile 2005, pp. 19- 21

za motivante, stimola necessariamente il pensiero e la parola, delineando un circolo virtuoso: si ha voglia di dire agli altri che cosa si è provato, si ha il piacere di raccontare cosa è successo e perché. Anche quando i bambini sono troppo piccoli per scrivere, l'insegnante sfrutta tutte le potenzialità rappresentative della lingua cosicché ne rimanga traccia nel tempo e se ne possa vedere l'evoluzione: "*Quanta conoscenza è cancellata dalla poca destrezza di una mano!*"⁴.

Lo sviluppo del linguaggio è connesso, infine, allo *sviluppo del pensiero logico*; in particolare, è necessario che i bambini acquisiscano gradualmente una certa competenza nell'impiego dei *connettivi*, strumenti di espressione delle diverse relazioni possibili tra gli elementi del reale.

Appropriarsi dei connettivi, impegnarsi per esplicitare con più chiarezza il tipo di legame all'interno di una frase o tra una frase e l'altra, sviluppa le capacità logiche e di astrazione dei bambini. E' bene, quindi, accompagnare gli allievi a passare dalla giustapposizione degli eventi alla loro composizione, così da favorire la comprensione e l'esplicitazione dei rapporti causali e temporali, fino ad arrivare alle capacità di generalizzazione, spiegazione e predizione⁵.

Durante le lezioni di scienze, il linguaggio è usato dai bambini per esprimere e condividere la sorpresa per un fenomeno, per richiamare alla memoria, per descrivere ciò che si osserva, per formulare ipotesi e per confrontarle con quelle altrui; ma il linguaggio è utile anche per pianificare e dirigere la propria azione e quelle altrui, per argomentare le proprie posizioni, per dirimere situazioni conflittuali e per porsi in relazione con gli altri significativi.

E' importante però rilevare che la *qualità del parlato* dei bambini, che sia spontaneo o indotto dall'insegnante, dipende fortemente dal "contesto di senso", che predispone le condizioni per fornire lo scopo ed il pretesto per parlare, il tipo di interlocutori e il loro comportamento nella relazione: ad esempio, il dialogo diventa cognitivamente significativo solo in condizioni di *sfida*, quando c'è il desiderio e la motivazione di risolvere un problema⁶. D'altra parte nelle scienze si apprende sempre per scarti e differenze tra il punto di partenza e le novità che ci interpellano e qui la DD-SCI ci offre un ulteriore elemento di chiarezza quando precisa che "*al livello della scuola primaria si ricerca, si promuove e si accetta la molteplicità dei punti di vista e la molteplicità dei processi di apprendimento (anche divergenti) puntando sui traguardi di competenza: i contenuti possono essere trasmessi, ma i concetti sono un risultato della elaborazione dei bambini. Ciò non significa cancellare la sequenza galileiana (fenomeni, ipotesi, sperimentazione, formalizzazione) o prescindere, ma significa aprirla all'esperienza di ogni bambino ed arricchirla di tutte le dimensioni di esplorazione-ricerca e dell'assunzione di responsabilità (di scelta, di argomentazione, di giustificazione, di critica e revisione): questa è la dimensione del bambino che studia scienze come cittadino del gruppo classe e soggetto attivo nel proprio processo di apprendimento*".

È importante, infine, che la situazione discorsiva non sia asimmetrica e diretta da una forte autorità, bensì presenti un vero carattere *dialogico*: l'allievo non è motivato a discutere se pensa che l'insegnante sia già detentore di tutte le risposte e le conoscenze necessarie. Inoltre, se il pretesto, il problema in esame, è presentato dall'allievo stesso si hanno maggiori probabilità che il parlato risulti di qualità, ma anche quando è l'insegnante ad introdurlo si può garantire tale qualità facendo vivere ai bambini esperienze dirette e concrete.

La qualità del parlato permette di ragionare sul tipo di apprendimento promosso: nel caso di un "*parlato di dovere*", in cui i bambini si esprimono solo per dimostrare che hanno memorizzato delle informazioni, non si supera il livello dell'apprendimento meccanico e non si osserva un legame importante tra lingua e pensiero; se, al contrario, il parlato si sviluppa come *spazio di pensiero*, per dare un senso alle cose viste e fatte insieme in classe o in laboratorio, allora è possibile un apprendimento significativo.

Si deve poi distinguere tra le due forme linguistiche, orale e scritta, che presentano caratteristiche specifiche. La lingua orale, in genere, presuppone un *discorso a più voci*, con la presenza diretta dell'interlocutore che può rispondere agli input del parlante ed offrire così il proprio contributo; presenta, quindi, un carattere *più concreto e dinamico* che la rende più facilmente comprensibile, con un minor carico cognitivo per il soggetto.

La lingua scritta rappresenta invece un registro comunicativo destinato a "*fermare*" nel tempo un pensiero, un'affermazione, un'idea, consentendo *riletture, ripensamenti, riflessioni*, termini che, in senso proprio, comportano leggere, pensare e spiegare "ex novo", non necessariamente seguendo gli stessi sentieri cognitivi da cui la scrittura ha tratto origine. Per questo l'espressione scritta

presuppone un carico cognitivo piuttosto alto e si configura per lo più come un "*concentrato di significato*", che prescinde da chi ha compiuto l'azione, dal contesto in cui si è realizzata, dalle difficoltà e dagli ostacoli incontrati. Il testo scritto è un *oggetto statico* e, dunque, guarda alla realtà sottolineandone i suoi aspetti sinottici ed astratti. L'organizzazione del lavoro didattico che la DD-SCI suggerisce, in modo esplicito prevede che l'insegnante promuova con i bambini "*un lavoro individuale, quando possibile scritto (prima riflessione individuale), stimolato da una domanda*", che evidentemente metta il bambino di fronte allo scarto costituito da un quesito problematico possibilmente legato alla esperienza quotidiana.

Nel processo di alfabetizzazione linguistica generale, e in particolare nell'ambito della didattica in area scientifica, il bambino, oltre a potenziare le sue competenze comunicative orali e scritte, deve arrivare a cogliere la realtà che lo cir-

5. ALFIERI F., ARCA' M., GUIDONI P., *op. cit.*, pp. 482- 488

6. ALFIERI F., ARCA' M., GUIDONI P., *op. cit.*, pp. 509- 512

conda sia dal punto di vista *dinamico e concreto* che si rifà alla grammatica del parlato quotidiano, sia da quello *sinottico ed astratto*, lontano dall'immediatezza dell'esperienza, proprio del codice scritto. Questo obiettivo pone un nuovo compito all'insegnante: quello di mediare il difficile passaggio dal linguaggio verbale a quello nominale e simbolico, che è fondamentale per l'area scientifica.

Abbiamo parlato di linguaggio parlato e scritto ma naturalmente esistono molti altri linguaggi; accanto alle forme verbali, infatti, si collocano tutti i linguaggi espressivi: *iconografico- figurativo, plastico, musicale*; abbiamo poi il linguaggio *motorio- gestuale*, cioè il "*linguaggio del corpo*" che, prioritario nella comunicazione della prima infanzia, mantiene un ruolo fondamentale per tutta la vita nel completare e colorare emotivamente la comunicazione verbale.

Educazione scientifica ed educazione linguistica nel documento della CC della DD-SCI e nei programmi scolastici francesi ed italiani.

Il documento della DD-SCI, nella parte introduttiva al curricolo per la scuola primaria nell'ambito delle scienze naturali e sperimentali, circa l'educazione scientifica ne fissa l'obiettivo in termini di assoluta chiarezza: "*l'acquisizione da parte del bambino "di un suo metodo", che ogni bambino impara a costruirsi e che promuove la sua identità-autonomia per poi metterla alla prova imparando a socializzare. Il bambino impara così a distinguere idee e modelli personali da idee e modelli risultanti dalla condivisione formale*". Nelle indicazioni per il curricolo si dice infatti che "*durante le attività di osservazione dei fenomeni è importante che gli alunni, con la mediazione dell'insegnante, si impadroniscano del significato delle parole creando nuove connessioni con le conoscenze che già possiedono. Per questo sarà utile partire da parole che, essendo riferite a oggetti di uso quotidiano, sono già certamente interiorizzate. Il passaggio al lessico specifico sarà graduale e con le attenzioni riferite alla fascia di età, al relativo livello di formalizzazione condivisa dalla classe e a quello del contesto scientifico di riferimento*". A questo seguono precise indicazioni circa l'organizzazione della didattica d'aula funzionale alla promozione delle capacità logico-linguistiche dei bambini. Tutto ciò è perfettamente in linea con gli orientamenti della pedagogia e della ricerca didattica più avanzata a livello internazionale.

Negli orientamenti ministeriali sia francesi che italiani relativi all'educazione scientifica, i documenti più recenti si sono preoccupati di sottolineare i punti di contatto tra l'apprendimento delle scienze e l'acquisizione delle competenze linguistiche a livello di scuola primaria, sottolineandone le connessioni strutturali e gli aspetti di trasversalità.

Esamineremo qui più in dettaglio la situazione francese, in quanto ricca di indicazioni su cui può essere utile una riflessione e un confronto con la situazione della scuola primaria italiana, interpretata dalla CC della DD-SCI.

I programmi francesi del 2002 insistono sulla necessità di potenziare le capacità del *parlare, leggere, scrivere ed ascoltare* con i bambini del terzo ciclo (di età compresa tra gli 8 e gli 11 anni) attraverso tutti i campi disciplinari: "*Il ciclo degli approfondimenti ha come obiettivo centrale quello di garantire la padronanza della lingua madre, orale e scritta. Ogni attività pedagogica, ogni situazione scolastica, sono altrettante occasioni di lavoro sull'espressione linguistica che devono occupare la metà dell'orario scolastico*"⁷. La padronanza della lingua condiziona, infatti, l'intera riuscita scolastica e costituisce il fondamento dell'integrazione sociale, della cittadinanza e della libertà di pensiero ed azione. Tra le diverse aree disciplinari, l'educazione scientifica si dimostra estremamente feconda per i contributi che è capace di offrire al potenziamento linguistico, nelle due dimensioni dell'oralità e della scrittura.

In effetti, se si considera con attenzione le diverse fasi della *démarche d'investigation et recherche* all'interno di un approccio fenomenologico e laboratoriale, si nota facilmente come ciascuna di esse faccia ricorso in maggior o minor misura all'uso della lingua madre.

L'agire scientifico e l'agire linguistico si intrecciano in un *andare e venire* continuo e proficuo: "*nel va e vieni che l'insegnante organizza tra l'osservazione del reale, l'azione sul reale, la lettura e la produzione di scritti di varia natura, l'allievo costruisce progressivamente delle competenze linguistiche (orali e scritte) allo stesso tempo in cui elabora il suo pensiero*"⁸.

Come esempio dei possibili usi della lingua orale e scritta prendiamo in esame i vari momenti nei quali è stata suddivisa la "*démarche expérimentale*", per evidenziare le diverse attività linguistiche di volta in volta presenti:

a. Domanda spontanea e formulazione del problema

L'attività di ricerca può nascere dalla curiosità spontanea di un bambino per un qualche dato di realtà, per una scoperta tutta personale che ha destato stupore e che non riesce ad essere semplicemente "incorporata" negli schemi mentali preesistenti. Perché si avvii un percorso di ricerca, però, questa curiosità, questa domanda iniziale, deve essere sia condivisa con il resto della classe, così da diventare problema significativo per tutti, sia riformulata in termini più precisi e chiari. Perché ciò avvenga è necessario che i bambini siano coinvolti in una *discussione collettiva*, nella quale la dimensione orale della lingua emerge in tutta la sua importanza; nella discussione gli allievi parlano di ciò che sanno, di ciò che hanno visto e fatto, di ciò che li ha colpiti, e la *provocazione* offerta dagli altri è forte: le affermazioni iniziali,

7. BOEN n. 1. del 14 febbraio 2002 – Programmi per la Scuola Primaria del 2002

8. MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (DESCO) et ACADEMIE DES SCIENCES (LA MAIN A LA PATE), *Enseigner les sciences à l'école. Documents d'accompagnement des programmes- Cycles 3*, CNDP, Paris, octobre 2002, pag. 10

confuse, poco pensate e consapevoli, devono riorganizzarsi per essere comprese dagli altri. I punti di vista e le esperienze differenti dei compagni *spiazzano*, permettono di guardare a quella determinata fenomenologia da altre prospettive e, allo stesso tempo, stimolano il recupero in memoria di altre esperienze similari. Così, a poco a poco (*il parlare, il condividere, il confrontarsi richiedono tempo*), il problema iniziale si precisa, se ne selezionano gli aspetti significativi ed esplorabili con un approccio scientifico, e si formula una domanda come punto di partenza della narrazione corale. “*Se non si passa attraverso la narrazione non si può arrivare con buoni risultati alla formalizzazione*”⁹; *parlare, in questa ottica, significa trovare le parole per raccontare e rappresentare agli altri le immagini personali evocate in ciascuno dalla fenomenologia in questione.*

Formulare un problema scientifico presuppone sempre questo approfondimento e “*spostamento*” delle domande; ad esempio, se in classe si osserva giornalmente la crescita di alcune piante, un giorno ci si potrà chiedere dove va a finire l’acqua con la quale le annaffiamo; il giorno dopo ci si interesserà alla funzione della terra nel vaso; quello dopo ancora, ci si potrà domandare cosa succede se le piante vengono chiuse nell’armadio invece che stare sul davanzale, e così via.

Il domandare scientifico è qualcosa che si apprende con il tempo: le domande iniziali dei bambini hanno, generalmente, un carattere immediato, sono “interessate”, perché nascono da una difficoltà specifica che si vuole superare. Il problema scientifico, invece, è sempre un “*detour*” (un cambio di prospettiva) rispetto alle questioni pragmatiche: è un problema più disinteressato, gratuito, speculativo, la cui soluzione si innalza dall’ordine materiale e concreto per collocarsi in campo intellettuale. Per essere tale, “*la risoluzione di un problema scientifico rimanda ad una conquista cognitiva rispetto allo stato delle concezioni iniziali della classe*”¹⁰.

b. Raccolta ed analisi delle preconcezioni

Anche il far emergere le rappresentazioni mentali pregresse dei bambini passa necessariamente attraverso attività linguistiche di diverso tipo; data la natura interna, invisibile e poco consapevole di questi modelli, infatti, è compito dell’insegnante trovare delle buone strategie per esternalarli, facendo appello sia alla dimensione orale che a quella scritta del linguaggio.

In particolare, è bene che la *scrittura* accompagni l’emergere delle pre-concezioni, poiché aiuta a chiarirle, a farne memoria e a confrontarle collettivamente: il confronto è interessante sia in fase iniziale per sottolineare le differenze, i punti di contatto, ciò che si sa e ciò di cui non si è ancora sicuri, sia al termine del percorso di ricerca, per vedere come è cambiato il sapere di ogni soggetto su un certo fenomeno. A seconda dell’età, del livello di sviluppo cognitivo e psicomotorio, del particolare stile di apprendimento dei bambini e delle finalità dell’attività stessa, il maestro deve, comunque, alternare tipologie diverse di scritti. Ad esempio, si rivelano molto utili *i disegni* (con o senza legenda), *gli schemi*, la formulazione scritta delle *domande e dei punti interrogativi* più significativi per il gruppo, la risposta a semplici *questionari*, *i giochi di ruolo*, *dei brevi testi individuali, ecc*¹¹. La ricchezza di questo approccio didattico si caratterizza, quindi, anche per il ricorso ad una pluralità di linguaggi: non limitandosi a quello verbale, permette ai bambini di esprimersi sia tramite il linguaggio grafico- pittorico sia tramite quello iconografico e corporeo.

I prodotti scritti di ogni allievo, confrontati accuratamente con quelli dei compagni e letti insieme, non possono però mettere in secondo piano la dimensione orale della lingua. “*L’oralità, infatti, impegna l’allievo nella collettività. Gli permette di esporre il suo punto di vista, di confrontarlo con quello altrui, di difenderlo e di convincere i compagni perché i suoi interrogativi siano presi in esame e le sue affermazioni siano accettate*”¹². Nella discussione collettiva guidata dall’insegnante, infatti, i bambini sono chiamati a descrivere i loro prodotti scritti, a giustificare le frasi, a rifiutare o accettare i prodotti altrui ed a porre domande significative.

c. Formulazione delle ipotesi.

Definito il problema ed il bagaglio concettuale di partenza, gli allievi devono esplicitare delle ipotesi risolutive o esplicative della fenomenologia data e ciò può avvenire, evidentemente, solo tramite il linguaggio. Nuovamente si sottolinea la necessità di fare ricorso sia all’oralità che alla scrittura.

Il confronto orale, dinamico e concreto in quanto discorso “*polygère*” (gestito a più voci), permette la messa in relazione dei dati e delle idee di tutti i membri della classe; consente, inoltre, la condivisione di eventuali dubbi e l’evoluzione del pensiero. Gli atti comunicativi che coinvolgono i bambini sono principalmente quelli dell’*affermare*, del *giustificare* le proprie affermazioni e del *negoziare* la formulazione finale delle ipotesi. La discussione orale favorisce il “*decentramento*”, il superamento dell’egocentrismo infantile (di cui parla Piaget): superando la tendenza naturale ad immaginare che gli altri la pensino esattamente come lui e che il suo punto di vista sia l’unico logico e possibile, l’allievo è portato a riconoscere la coerenza interna di sistemi esplicativi alternativi.

9. ALFIERI F., ARCA’ M., GUIDONI P. (a cura di), *Il senso di fare scienze. Un esempio di mediazione tra cultura e scuola*, Bollati Boringhieri, Torino, 1995, pp. 430- 431

10. ASTOLFI J.P., PETERFALVI B., VERIN A., *Comment les enfants apprennent les sciences*, RETZ, Paris, 1998, pag. 82

11. GARCIA- DEBANC C., LAURENT D., «Gérer l’oral en sciences: la conduite d’une phase d’émergence des représentations par un enseignant débutant», in ASTER n. 37 (Recherche en didactique des sciences expérimentales), INRP, Lyon, 2003, pag. 116

12. *ibidem*

Dal punto di vista delle procedure scientifiche, ma anche da quello dell'apprendimento, è importante, però, che le ipotesi negoziate oralmente vengano “fissate” sulla carta; il procedimento sperimentale, secondo il criterio di scientificità, deve essere riproducibile nel futuro e, dunque, le ipotesi di partenza vanno annotate. Allo stesso modo, i bambini devono poter “ripercorrere a ritroso” la démarche expérimentale senza perdere di vista le speculazioni iniziali. Si tratta, quindi, di “scritti intermedi” (ad esempio, una raccolta di frasi affermative che esprimono le ipotesi da verificare), cioè di scritti di lavoro che non devono essere sottoposti a valutazione, poiché le loro funzioni sono quella del “fare memoria” e del “supportare” l'avvio del metodo investigativo.

d. Progettazione dell'esperienza

Per la DD-SCI il piano didattico proposto per l'ambito delle scienze naturali e sperimentali nella scuola primaria deve essere gestito giocando sulla differenza tra esperimento ed esperienza, ove il primo si presenta come “qualcosa di chiuso, lineare, riproducibile, descritto dal protocollo (o dalla ricetta) da seguire, che non consente scelte da parte del bambino, mentre l'esperienza è una situazione semistrutturata e aperta”. Naturalmente anche qui il linguaggio può svolgere una funzione regolativa: parlare e scrivere servono al bambino per pianificare le azioni da compiere, per anticiparne le conseguenze e le eventuali problematiche e per regolare il proprio ed altrui comportamento. “Il linguaggio organizza l'azione ed il pensiero. Esso manifesta e trasmette lo sforzo di separazione delle variabili che permette di passare dall'emissione delle ipotesi alla sperimentazione o all'osservazione, e fornisce un piano di lavoro”¹³.

In questa fase, dunque, è importante che ai bambini sia lasciato il tempo per negoziare il progetto sperimentale; essi dovranno essere accompagnati, pur con la necessaria gradualità, a scegliere le condizioni dell'esperimento, cioè il setting (il laboratorio, un'uscita didattica, la classe o altro), i materiali e gli strumenti, le variabili in gioco, le tempistiche, la modalità di lavoro (individuale o in piccolo gruppo) ed ogni altro aspetto caratterizzante l'esperienza.

Il documento della DD-SCI molto opportunamente sottolinea la fondamentale importanza che al bambino venga offerta, nell'ambito delle sue attività di “esplorazione-ricerca”, la possibilità “di assumere responsabilità di scelta, di argomentazione, di giustificazione, di critica e revisione”. Vi si legge inoltre l'importanza del momento della “rielaborazione collettiva delle esperienze per giungere, attraverso confronto e discussione, a delle generalizzazioni dei fenomeni osservati, da considerarsi comunque sempre come provvisorie in quanto riferite al livello fin qui esplorato”

Il confronto orale infatti permette l'instaurarsi di una dinamica collettiva di ricerca: ogni allievo, avendo partecipato alla formulazione del problema, delle ipotesi ed alla progettazione delle condizioni sperimentali, si sente implicato in prima persona nel percorso conoscitivo. Le formulazioni individuali diverranno sempre più precise e, progressivamente, i bambini utilizzeranno un lessico appropriato.

Per rispettare i criteri di rigore scientifico, sarà bene, nuovamente, che queste decisioni organizzative siano scritte sul quaderno di laboratorio di ogni allievo (eventualmente con l'aggiunta di schemi, tabelle, griglie di osservazione, griglie di intervista, questionari, e disegni del dispositivo sperimentale messo in campo), cosicché in futuro sia possibile ad altri soggetti (o agli stessi membri della classe) ripetere l'esperienza. Queste produzioni scritte prendono il nome di “scritti di ricerca” e, essendo ancora degli scritti intermedi, non devono essere soggetti ad una valutazione formale da parte dell'insegnante¹⁴.

e. Attività “di tipo osservativo- logico- linguistico”

Anche quando i bambini sono impegnati nell'osservazione, nell'azione, o nella raccolta dei dati, le attività linguistiche si rivelano essenziali. “Pasticciare è importante, ma ancora più importante è che da questo pasticciamento nascano pensieri e parole”¹⁵.

Quando i bambini lavorano in piccoli gruppi di 2-3 membri lo scambio orale tra i componenti accompagna costantemente l'azione, il che favorisce la coesione e la collaborazione tra gli allievi, oltre a far evolvere il modo di lavorare. I movimenti delle mani e le percezioni sensoriali si trasformano in parole significative: compito dell'insegnante è quello di aiutare ad esplicitare le osservazioni compiute per renderle comunicabili agli altri gruppi (è possibile, infatti, che i diversi gruppi realizzino contemporaneamente esperienze diverse e, in seguito, siano chiamati a renderne conto ai compagni). Parlando, gli allievi riescono ad organizzare meglio le proprie attività, a prolungarle, a fare il punto della situazione per poi procedere oltre.

La comunicazione, inoltre, mette in evidenza gli ostacoli che provengono dal dato sensoriale e le controversie che ne nascono aiutano ad isolare le cause ipotetiche dei fenomeni e le loro interazioni.

Degli scambi comunicativi, delle osservazioni compiute e dei dati raccolti, va conservata traccia scritta anche per garantire la conservazione nel tempo dei risultati emersi. Le tipologie di scritti possibili sono molteplici: prendere ap-

13. GIORDAN A., Il bambino e l'educazione scientifica, Giunti & Lisciani Editori, Teramo, 1987, pag. 108

14. GARCIA- DEBANC C., LAURENT D., *op. cit.*, pag. 116

15. PRANDO R., *op. cit.*, pag. 57

punti, inserire i dati in *tabelle* a semplice o doppia entrata, fare *schemi*, riempire *griglie osservative*, scrivere brevi *relazioni osservative* (“*compte rendu d’observation*”¹⁶).

Mentre la fase dello scambio orale favorisce l’osservazione divergente ed il confronto tra i punti di vista, lo scritto conduce alla precisione, al rigore, all’esplicitazione delle relazioni, con conseguente aumento delle possibilità di comprensione di ogni bambino. Nel resoconto osservativo, ad esempio, i bambini devono esplicitare il campo dell’osservazione (le circostanze e l’ambiente osservato), il modo dell’osservazione (descrizione delle azioni compiute e delle relazioni trovate), le conclusioni e le possibili evoluzioni dell’osservazione.

Tener memoria scritta di quanto si è fatto è particolarmente necessario nel caso di esperienze scientifiche che necessitano osservazioni prolungate nel tempo ad es. per comprendere l’evoluzione di un fenomeno naturale (la crescita di una pianta a partire dalla germinazione dei semi, i cambiamenti stagionali, ecc...). I documenti scritti permettono di confrontare quanto osservato oggi con ciò che si è visto in passato e ciò che si vedrà in futuro.

In conclusione il potenziamento delle capacità linguistiche sostiene lo sviluppo delle capacità logiche: scrivendo e parlando, i bambini imparano a *descrivere* collocando i fenomeni nella successione spazio- temporale, colgono *somiglianze, differenze e relazioni* (di diversa natura: causali, finali, concessive, temporali ...), *classificano, ed ordinano* secondo diversi criteri.

Ovviamente tutta l’attività avviene nel contesto di senso della vita quotidiana, che dà senso all’apprendimento.

f. Discussione collettiva sui risultati emersi.

Dopo aver lavorato in piccoli gruppi, in questa fase i bambini si riuniscono per confrontare i risultati emersi in un momento essenziale di discussione collettiva.

Dall’*io* con cui ha avuto inizio la démarche expérimentale (l’*io* delle pre-concezioni individuali e della formulazione delle ipotesi di ciascun allievo) si costruisce il *noi* delle risposte argomentate, negoziate ed accettate dalla comunità classe. Gli atti linguistici implicati in tale fase sono molteplici.

Rispetto alla dimensione dell’oralità sono possibili diverse attività: spesso è utile che un membro di ogni gruppo di lavoro *relazioni* alla classe i dati raccolti, spiegando le azioni svolte, giustificando le decisioni prese e mettendo in evidenza i legami (temporali, di causa ed effetto, finali...) emersi. Perché queste relazioni abbiano un carattere di scientificità, l’insegnante aiuta gli allievi a curare il lessico, la sintassi e la coesione logica del discorso.

Le relazioni orali necessitano, comunque, di supporti scritti: “*lo scritto serve ad organizzare i risultati, a collegarli con il problema e con l’ipotesi testata. Favorisce la selezione delle informazioni e serve da supporto per il confronto nel gruppo classe*”¹⁷. Quando un membro relaziona ai compagni è bene che organizzi il discorso sulla base di *appunti* scritti precedentemente e che supporti la sua parola con visualizzazioni grafiche: potrà, ad esempio, mostrare alla classe *un cartellone*, o realizzare alla lavagna *uno schema, una tabella, un grafico o un disegno* capace di riassumere i risultati emersi. Le tracce elaborate dai diversi gruppi rimarranno, così, visibili a tutti e potranno costituire la base per il confronto collettivo.

g. Sistematizzazione e formalizzazione delle conoscenze.

Il linguaggio non ha solo una funzione interpersonale, regolativa ed espressiva, ma ha anche una funzione testuale, di supporto alla strutturazione del pensiero e della conoscenza. In fase di concettualizzazione, il linguaggio è necessario perché la comunità di ricerca dei bambini compia un ulteriore passaggio: dal *noi* dei risultati collettivamente negoziati e condivisi, al *si* della conoscenza scientifica, impersonale e formalizzata.

Si tratta di un momento della démarche expérimentale molto delicato, che, probabilmente, comporta il carico cognitivo principale e, quindi, necessita di un attento accompagnamento da parte dell’insegnante. “*Concettualizzare*” significa cogliere gli aspetti significativi di una fenomenologia nella loro successione spaziale e temporale, e nelle loro relazioni di causa- effetto con gli altri; significa saper descrivere, classificare, rappresentare, individuare somiglianze, differenze e relazioni e ciò comporta il ricorso costante alla mediazione linguistica.

Nella discussione orale i bambini riescono ad *analizzare criticamente* i risultati emersi per organizzarli in una forma comunicabile all’esterno (rivolta, ad esempio, alle famiglie, agli allievi di altre classi o, ancora, a quelli di altre scuole partecipanti a progetti di apprendimento scientifico). La situazione sperimentale, vista da più occhi ed elaborata da più menti in comunicazione tra loro, stimola gli allievi a *porre e porsi domande*, esprimere *dubbi e nuove curiosità*, e aiuta ad *agganciare* le nuove conoscenze ai saperi precedenti, cogliendo i legami con gli schemi mentali strutturati in passato e con le pre- conoscenze di cui è stata conservata traccia scritta.

La discussione nella sua dimensione dialogica può essere, dunque, definita come “*impalcatura per la creazione di significato, ma anche come controllo metacognitivo del gruppo, o, ancora, come funzione modellizzante*”.¹⁸

16. GUICHARD J., Observer pour comprendre les sciences de la vie et de la terre, Didactiques, 1998

17. GARCIA- DEBANC C., LAURENT D., *op. cit.*, pag. 116

18. ALFIERI F., ARCA’ M., GUIDONI P. (progetto a cura di), *I modi di fare scienze. Come programmare, gestire, verificare, op. cit.*, pag. 517

Nell'elaborazione di testi scritti si realizza, poi, la vera e propria strutturazione e validazione delle conoscenze: i testi sintetici, ma rigorosi, formulati collettivamente e poi fotocopiati o trascritti sul quaderno di ogni bambino possono essere completati dalla presentazione dei nuovi saperi in forma grafica e pittorica (disegni, tabelle, grafici e mappe concettuali).

h. Conclusione e comunicazione dei risultati, eventuale "apertura" a nuove domande

In questa fase, le interazioni verbali tra i bambini hanno lo scopo di accettare o rifiutare definitivamente la produzione di conoscenza collettiva, di formalizzarla in un testo che rispetti i criteri di qualità di uno scritto documentario di vulgarizzazione scientifica, e di prospettare ulteriori piste di ricerca e lavoro scientifico.

Gli atti linguistici necessari sono quelli della descrizione, dell'esposizione dei nuovi saperi, della loro giustificazione e spiegazione e dell'argomentazione collettiva.

La produzione scritta ha, dunque, il carattere di un *documento scientifico*, espresso in terza persona (ricorso al "si" impersonale), che riferisce conoscenze generalizzate (distaccate dalla specificità dei contesti sperimentali), che impiega un lessico il più possibile specialistico, ed un linguaggio "nominale", grazie al quale si tenta di esplicitare con chiarezza, precisione e rigore le condizioni di produzione ed applicazione di tale sapere.

Il testo serve per fissare su carta i nuovi concetti scientifici appresi, i modelli esplicativi validati, il lessico specialistico del quale strada facendo ci si è appropriati, così da rendere il tutto comunicabile e conservabile nel tempo. Si potranno, poi, inserire questi scritti nel quaderno di scienze della classe o nel quaderno di laboratorio di ogni allievo, come base per lo studio disciplinare, oppure lo si potrà inserire nel giornale scientifico della scuola (qualora presente), inviarlo tramite posta elettronica ad altre classi o scuole, farlo visionare ai genitori, ecc.

Morge¹⁹ distingue due grandi tipologie di fasi di conclusione:

✓ la *fase di valutazione*, nella quale l'insegnante (o i compagni) giudica la produzione della conoscenza in base alla conformità con le proprie conoscenze: la produzione è definita, quindi, come *giusta o sbagliata*. Il parametro di riferimento è il sapere consolidato dell'insegnante: questa modalità non sembra rappresentare un buon strumento per la costruzione di un sapere scientifico significativo;

la *fase di negoziazione*, in cui la produzione dell'allievo è valutata in base alla sua validità, intesa come adeguatezza rispetto al compito, ed alla sua coerenza con le conoscenze collettive di riferimento. Il parametro di giudizio quindi è costituito dalle conoscenze che lo stesso gruppo classe ha stabilito come bagaglio di riferimento e non dai saperi precostituiti o dall'autorità del maestro.

I bambini sono chiamati a mobilitare le loro conoscenze a sostegno della validità e coerenza dei loro prodotti e in questo modo attivano la costruzione di sapere significativo.

In sintesi, nell'insieme delle tappe della *démarche expérimentale* viene effettuato un percorso virtuoso a due direzioni: "Da una parte, scrivere meglio consente di costruire meglio le proprie conoscenze, dall'altra sperimentare e vivere una *démarche di investigazione* permettono di scrivere meglio ciò che si è vissuto... È possibile praticare la lingua in stretto legame con l'insegnamento delle scienze.²⁰ Questa stessa convinzione è evidente nella proposta didattica della DD-SCI.

In effetti, il fatto di dover riformulare, di scrivere per gli altri, di leggere i testi dei compagni e di suggerire dei miglioramenti, di sintetizzare le diverse tappe, e proporre delle spiegazioni favorisce un processo di costruzione ed approfondimento del sapere. Allo stesso tempo, il contatto con materiali reali ed il coinvolgimento nelle attività di sperimentazione permettono agli allievi di migliorare le loro capacità linguistiche di descrizione, connessione logica, pianificazione e strutturazione del testo per renderlo comprensibile, aderente alla realtà e adeguato alla comunicazione dell'esperienza.

Abbiamo esaminato fin qui come il linguaggio favorisca l'apprendimento scientifico; vediamo ora come la *démarche expérimentale* e, più in generale, le attività di apprendimento scientifico promuovano le capacità di espressione e di ricezione nella lingua orale e scritta. La tesi è che facendo scienze il bambino migliora le sue competenze nell'*ascoltare*, nel *parlare*, nel *leggere* e nello *scrivere*.

ESPRESSIONE E RICEZIONE DELLA LINGUA ORALE NELL'APPRENDIMENTO

I programmi ministeriali francesi ed italiani, adeguandosi ai modelli europei, stabiliscono obiettivi precisi dell'apprendimento linguistico nei due grandi ambiti della lingua orale: quello della *ricezione* e quello della *produzione*. Pur riconoscendo le strette connessioni sempre presenti tra di essi, questi documenti distinguono, dunque, le competenze da raggiungere nell'*ascolto* e nella *parola* a seconda dell'età e della classe scolastica. Come già detto, l'apprendimento scientifico nella prospettiva fenomenologica e laboratoriale, che anche la DD-SCI propone, dà grande spazio all'interazione verbale nelle sue diverse forme e ciò permette di potenziare entrambe queste dimensioni.

19. MORGE L., «De l'objectivation à la simulation des interactions maître- élèves», in ASTER n. 37 (Recherche en didactique des sciences expérimentales), INRP, Lyon, 2003, pp. 142- 144

20. CROS P., RESPAUD S., «Articulation entre des pratiques d'écriture et la construction des savoirs à l'école primaire: une étude de cas», in ASTER n. 33 (Recherche en didactique des sciences expérimentales), INRP, Lyon, 2001, pag. 163

L'integrazione del paradigma socio-costruttivista nel contesto della classe, luogo di apprendimento collettivo per eccellenza, porta a sottolineare il ruolo essenziale delle interazioni argomentative tra pari, a condizione che esse corrispondano a "una implicazione personale degli allievi nelle idee al centro del dibattito"²¹. La centralità del bambino nel suo stesso processo di apprendimento porta a definire il curricolo come funzionale a questa prospettiva invece che a quella della trasmissione disciplinare, come invece per anni si è fatto.

Durante l'apprendimento scientifico possono essere praticate *diverse forme dell'interazione verbale*; è dunque importante esaminare queste diverse strutture comunicative perché da esse, infatti, dipende la qualità del parlato e dell'ascolto e, di conseguenza, il tipo di competenze che è possibile potenziare.

Lo schema elaborato da Kerbrat- Orecchioni²² distingue tra:

1. *interazione asimmetrica*, nella quale i partecipanti hanno uno statuto ed un potere differente; si può trattare del "monologo" d'autorità dell'insegnante, che tiene una lezione frontale al gruppo classe e non lascia intervenire i bambini, se non ponendo loro domande di controllo dell'attenzione. In questa situazione il flusso comunicativo ha un'unica direzione. In altre interazioni asimmetriche, come nell'*interrogazione orale*, nell'*intervista* o nel *colloquio di lavoro*, la direzione comunicativa segue un flusso bi- direzionale ma le differenze di potere sono comunque evidenti.

Queste forme di interazione verbale non rendono possibile né la co-costruzione della conoscenza, né lo scambio autentico, né l'espressione libera e divergente del pensiero: gli allievi tendono a rispettare il "contratto didattico" tradizionale, a svolgere quello che è stato definito il "mestiere dell'allunno", preoccupandosi di parlare e rispondere solo con le parole attese dal maestro. È lui il fulcro degli scambi comunicativi, ed è lui che decide direzione, sviluppi ed esito dell'interazione

2. *conversazione*: è una generica interazione verbale nella quale tutti i partecipanti hanno un uguale statuto e potere. Le forme che essa può assumere sono molteplici: nella *conversazione tra amici*, ad esempio, il tema è libero, così come la definizione dei ruoli, e ciò che prevale sono le funzioni espressive ed interpersonali della lingua.

Una particolare forma di conversazione è, invece, la "*discussione collettiva*", caratterizzata dall'ancoraggio ad un preciso soggetto, dal ricorso massiccio all'argomentazione da parte dei partecipanti, e dal fatto che il disaccordo su aspetti particolari non elimina uno sfondo comune e condiviso. In una discussione, l'obiettivo è quello di "mettersi d'accordo sulla spiegazione da dare ad un fenomeno dato o sulla soluzione da proporre ad un problema comune". Anche se i partecipanti sono portatori di punti di vista differenti, a volte conflittuali, a volte non compatibili, ciò non mette in discussione l'impegno di tutti a giungere ad una qualche conclusione negoziata.

Si definisce, dunque, discussione: "una situazione di conversazione che ha per scopo quello di giungere ad un sapere comune tramite il mezzo dell'argomentazione"²³.

La discussione collettiva svolge un ruolo essenziale nell'apprendimento scientifico, soprattutto in due momenti: in fase iniziale, per permettere a ciascun allievo di far emergere le proprie pre- conoscenze e per costruire una definizione chiara e condivisa sia del problema di ricerca che delle ipotesi risolutive; dopo la sperimentazione, per interpretare insieme le informazioni raccolte e metterle in relazione con le conoscenze iniziali del gruppo, così da giungere alla fase di formalizzazione del sapere. Si coglie, quindi, un duplice movimento argomentativo: la prima fase "apre" la problematica e la ricerca, e la seconda fase la "chiude" definitivamente o solo provvisoriamente poiché la classe si accorda su una soluzione grazie alla validazione o meno delle ipotesi iniziali.

Durante le discussioni, i bambini potenziano la capacità di *argomentazione*: sotto la pressione dei pari, devono imparare a chiarire e giustificare le loro idee, citando esempi coerenti, riportando dati ed elementi osservativi, e facendo appello a fondamenti e garanzie presenti nelle conoscenze formali accettate dalla classe (regole, principi, enunciati, teoremi). A poco a poco, dunque, gli allievi riducono le affermazioni ingiustificate per proporre frasi supportate da uno o più argomenti e arricchite dall'uso di connettivi logici di diverso genere; d'altro canto, diventano sempre più capaci di sottoporre al vaglio critico le argomentazioni dei compagni, ponendo domande di chiarificazione, rifiutando le affermazioni non coerenti, precisando quelle vaghe e specificando quelle incomplete.

Discutere insieme di argomenti complessi (come sono la maggior parte delle tematiche scientifiche) permette, inoltre, di evitare il "sovraccarico cognitivo"²⁴ nel quale si ritroverebbe un bambino solo, posto di fronte ad un numero eccessivo di stimolazioni ambientali. Effettivamente, per un bambino della scuola primaria è difficile tenere a mente più variabili, selezionarle ed ordinarle per scala di importanza ed è proprio grazie all'aiuto dei compagni ed ai momenti di riflessione comuni che potrà cominciare a vederci più chiaro.

Discutere, infine, consente l'espressione del *pensiero divergente* di ciascuno e, quindi, può essere l'occasione per aprire

21. ASTOLFI J.P., PETERFALVI B., «Obstacles et construction des situations didactiques en sciences expérimentales», in *Aster*, 16, 1993 pp. 103- 142

22. WEISSER M., MASCLET E., REMIGY M.J., «Construction de la compréhension par l'argumentation orale en sciences. Expérience menée au cycle III», in *ASTER* n. 37 (Recherche en didactique des sciences expérimentales), INRP, Lyon, 2003, pp. 21-22

23. *ibidem*, pag. 40

24. *ibidem*, pag. 39

Scienze e linguaggio

nuove piste di ricerca, nuove ipotesi di lavoro e nuove idee, a condizione che l'insegnante mantenga una posizione di "neutralità cognitiva" e non faccia valere un principio di autorità. A questo proposito la CC della DD-SCI, suggerisce che "gli insegnanti della scuola primaria imparino ad operare come "ricercatori di mondi possibili" e non come docenti della scuola che si fonda sulle verità del programma".

Una forma ancora più specifica e formalizzata di discussione collettiva è il "dibattito scientifico" in classe, dove "dibattere" significa "esaminare con contraddittorio"²⁵. Johsua e Dupin²⁶ lo definiscono come un'esplorazione e strutturazione collettiva del campo dei possibili con la proposta di soluzioni, e le critiche a tali affermazioni.

In effetti, la conoscenza scientifica "non si riduce a sapere come è il mondo, ma riguarda soprattutto come il mondo non può essere e perché. "Sapersi collocare" in un dominio scientifico consiste allora nell'essere capaci di delineare, all'interno di un campo teorico più o meno esplicito, delle possibili spiegazioni e di ricavarne le impossibilità e le necessità"²⁷.

Dopo aver delineato le diverse forme dell'interazione verbale, ed aver chiarito quali siano quelle più fruttuose per l'apprendimento scientifico, si può vedere come il "fare scienze alla scuola primaria" possa contribuire a rafforzare nei bambini competenze relative alla lingua orale.

Per ciò che concerne l'**ascolto**, le attività scientifiche rappresentano una buona occasione perché il bambino si confronti con diverse fonti d'informazione: l'articolazione plurale della démarche expérimentale lo pone, infatti, in situazioni d'interazione verbale differenti. Nei momenti di lezione frontale, all'allievo è richiesto di ascoltare con attenzione e comprendere le informazioni date dall'insegnante, dalla lettura ad alta voce del libro di testo, dalla visione di un filmato audiovisivo, ma anche da un eventuale esperto scientifico chiamato in classe per approfondire una certa tematica; queste occasioni sono, comunque, alternate con fasi di azione diretta sulla realtà, in modo che il carico di informazioni date rispetti i tempi di attenzione di ogni bambino senza comportare sovraccarichi e dispersioni.

Durante il lavoro in piccolo gruppo, invece, l'allievo impara a porsi in una posizione di "ascolto attivo" nei confronti dei compagni, per riuscire davvero a collaborare, cooperare, condividere ed integrare il proprio agire con quello altrui. *Ascoltare attentamente* non è una competenza semplice, né spontanea nei bambini: normalmente, come si è già detto, la loro tendenza è quella di imporsi per parlare appena un pensiero o un'idea si affaccia alla mente, di considerare il loro punto di vista come l'unico possibile e razionale, e di dare per scontato che tutti i compagni vedano le cose allo stesso modo. Soltanto con l'abitudine giornaliera a lavorare insieme in piccolo e grande gruppo, e con la guida dell'insegnante, è possibile che ciascuno superi questa posizione di egocentrismo cognitivo ed impari a:

- ✓ "trattenere la parola", dando all'altro lo spazio ed il tempo per esprimersi;
- ✓ dare importanza alle parole altrui ed ascoltarle con attenzione per agganciarvi i propri interventi in modo coerente ed adeguato; ciò significa riconoscere che anche i compagni sono portatori di pensieri interessanti e che, collaborando, si possono raggiungere risultati superiori a quelli che si raggiungerebbe lavorando da soli (è il principio definito "interdipendenza positiva" nella metodologia del Cooperative Learning);
- ✓ comprendere i messaggi altrui, integrando quanto detto a livello verbale con gli elementi non verbali (la gestualità, la mimica facciale, la prossemica...) ed, eventualmente, esplicitare una non comprensione;
- ✓ rispettare i turni di intervento nel discorso, senza sovrapporsi a qualcuno che sta parlando, senza distrarsi e "sottrarsi" alla comunicazione;
- ✓ riconoscere punti di contatto, differenze ed eventuali relazioni tra il proprio pensiero e quello espresso dai compagni;
- ✓ riconoscere la superiorità dell'idea altrui e mettere in discussione la propria, nel caso in cui quella del compagno si riveli più conforme alla realtà di fatto o più logica e razionale;
- ✓ dare vita ad una forma di ascolto empatico che rispetti il contenuto emozionale dei messaggi altrui, collaborando alla costruzione di un clima "sicuro" nel gruppo classe. Soltanto se tutti i bambini si sentono sicuri ed accolti dagli altri, se nessuno viene deriso o ridicolizzato per un'idea o una proposta espressa, il pensiero e la conoscenza potranno circolare liberamente.

Queste competenze nell'ascolto si rivelano essenziali anche nelle fasi di discussione collettiva, in plenaria, quando l'intero gruppo classe lavora insieme (ad esempio, per formulare le ipotesi di partenza e progettare la situazione sperimentale, oppure per formalizzare i nuovi saperi).

Nelle attività di scienze, dunque, il bambino rafforza le capacità di ascolto nei confronti sia degli adulti (insegnanti, esperti, giornalisti...) che dei pari, confrontandosi con registri, lessici, sintassi e varietà linguistiche differenti

Anche per ciò che concerne l'attività *produttiva* della lingua orale, ossia il **parlare**, la partecipazione a conversazioni libere, a discussioni *polygérés* di grande e piccolo gruppo, ed a dibattiti scientifici contribuisce allo sviluppo di diverse abilità²⁸:

25. ORANGE C., FOURNEAU J.C., BOURBIGOT J.P., «Ecrits de travail, débats scientifiques et problématisation à l'école primaire», in ASTER n. 33 (Recherche en didactique des sciences expérimentales), INRP, Lyon, 2001, pag. 113

26. JOHSUA S., DUPIN J.J., *Représentations et modélisations: le débat scientifique dans la classe et l'apprentissage de la physique*, Berne, Peter Lang, 1989

27. REBOUL O., *Qu'est ce qu'apprendre?*, PUF, Paris, 1980

28. GARCIA-DEBANC C., LAURENT D., *op. cit.*, pp. 110-112

- ✓ *porre delle buone domande*, pertinenti, ricche di spunti e capaci di aprire nuove direzioni di ricerca;
- ✓ *utilizzare un lessico adeguato* al tipo di discorso, ai contenuti, alle capacità di comprensione degli interlocutori ed alla fase della ricerca sperimentale;
- ✓ *rappresentare la realtà, descrivere* con chiarezza e con un lessico appropriato ciò che si è osservato, visto, fatto o scoperto; saper selezionare gli aspetti essenziali e saper evidenziare le relazioni tra i fenomeni, le differenze e le analogie (il bambino dovrà, dunque, far ricorso a connettivi logici ed alla subordinazione, compatibilmente con il suo livello di sviluppo cognitivo e psicofisico);
- ✓ *giustificare, convincere ed argomentare* il proprio punto di vista, senza dimenticare e denigrare le opinioni altrui, partecipando attivamente ad un dibattito scientifico che costruisca delle conoscenze scientifiche; ciò implica anche il saper rispettare i vincoli dell'interazione verbale: rigore logico del ragionamento, esame critico dei fatti osservati, precisione delle affermazioni, ecc.;
- ✓ *sintetizzare ed ordinare* le tappe di un percorso di ricerca effettuato individualmente o con il gruppo classe;
- ✓ *negoziare* le proprie pre-conoscenze, le proprie ipotesi, le proprie scoperte con quelle altrui per giungere alla costruzione di un discorso collettivo;
- ✓ *collaborare e cooperare* con i compagni all'interno di un piccolo gruppo di lavoro, spiegando le proprie scelte ed azioni, facendo il punto della situazione e mostrando disponibilità verso gli altri;
- ✓ *relazionare individualmente* sul lavoro svolto in gruppo, in modo efficace e completo: si tratta di padroneggiare un monologo orale anche di una certa durata temporale che si avvicina di più alle caratteristiche della lingua scritta. È, infatti, un orale "scritturale" che risponde a criteri di rigore rispetto al lessico ed alla sintassi impiegata;
- ✓ *leggere ad alta voce o recitare un testo scritto* per presentarlo alla classe, utilizzando una buona dizione, un tono di voce udibile e un comportamento gestuale e corporeo adeguati;
- ✓ *cercare una soluzione costruttiva ad un conflitto* che può emergere nel lavoro in piccolo gruppo o con l'intera classe.

IL LINGUAGGIO COME FONTE DI OSTACOLI COGNITIVI ALL'APPRENDIMENTO SCIENTIFICO

Nel documento della DD-SCI si afferma che i contenuti possono essere trasmessi, mentre i concetti sono necessariamente il risultato della elaborazione dei bambini che stanno apprendendo. Sotto questo profilo non sempre, e non automaticamente, il linguaggio (e le attività linguistiche in generale) facilita e supporta l'appropriazione dei concetti scientifici da parte dei bambini. Come si è già accennato, esiste una *discontinuità* di non poco conto tra il linguaggio naturale, spontaneo, di "senso comune", di cui sono portatori i bambini ed il linguaggio specialistico delle scienze. Se non è consapevole di tutto ciò, l'insegnante rischia di progettare interventi didattici "*incomprensibili*" per la classe e di utilizzare strumenti (manuali, testi di diversa natura, materiali audiovisivi ...) inadeguati.

L'evento didattico è, prima di tutto, *un evento comunicativo* che coinvolge una pluralità di attori con ruoli differenti: l'insegnante, il bambino, i compagni di classe, il libro di testo e, più in generale, il riferimento ai saperi disciplinari. In ogni comunicazione si intrecciano piani linguistici, prospettive, punti di vista e significati diversi, legati al vissuto individuale dei partecipanti; può capitare che le parole emesse da un soggetto con un certo senso vengano recepite da un altro con un senso diverso, se non opposto, proprio perché molteplici sono le possibili proiezioni di significati dei termini, i loro agganci con il vissuto esperienziale e con i processi di memoria, le trasformazioni emotive, ecc.

Spetta, dunque, all'insegnante adottare una modalità comunicativa adeguata "*alle effettive capacità di accoglimento, cioè di comprensione, di chi riceve*" per ridurre al minimo il rischio sempre presente della "*discontinuità*" nella comunicazione didattica²⁹; ciò significa che il maestro deve stare attento ai linguaggi che usa, alle scelte lessicali, ed agli eventuali ostacoli cognitivi insiti in esse, per creare un ponte, un qualche "codice comune" tra se stesso e gli allievi. In caso contrario, se l'attenzione si focalizza sulla "bocca" dell'insegnante che parla e non sulle "orecchie" dei bambini in ascolto, la comunicazione finisce con il degenerare in un "*monologo*": un processo unidirezionale dal maestro all'allievo o dal manuale scolastico all'allievo. Il rischio è quello di produrre un apprendimento meccanico in cui ciò che si trasmette sono solo parole vuote di senso, alle quali i bambini assegnano significati "altri" e poco funzionali.

Il "problema del *capire*" deve essere, dunque, posto al centro dell'attenzione didattica, ed i Programmi italiani per la scuola elementare del 1985³⁰ ricordano il *doppio legame* esistente tra linguaggio ed apprendimento: "*la lingua ha un ruolo centrale nella scuola elementare, sia per il contributo che offre allo sviluppo generale dell'individuo, sia per il carattere pregiudiziale che una buona competenza linguistica ha sulle altre acquisizioni*". Se, da un lato, il linguaggio supporta ed accompagna ogni forma di apprendimento (anche quello scientifico), d'altro lato una consistente parte delle difficoltà scolastiche dei bambini è di natura linguistico-interpretativa, deriva dal non capire ciò che l'insegnante dice, ciò che il libro di testo spiega, e ciò che viene loro richiesto di fare (le consegne assegnate).

29. R. Andreoli, F. Carasso Mozzi, L. Contaldi, S. Doronzo, P. Fetto, P. Riani (a cura di), *La chimica alle elementari. Un contributo della Divisione di Didattica della SCI all'insegnamento delle scienze nella scuola dell'obbligo*, Giunti Lisciani Editori, Firenze, 1996, pp. 25-27

30. D.P.R. 12 febbraio 1985, n.° 104 – *I Programmi della Scuola Elementare del 1985*

*Per farsi capire, l'insegnante deve capire*³¹: in questo canale comunicativo a doppio binario egli deve infatti adattare il suo linguaggio alle effettive capacità di comprensione di chi lo ascolta, ma anche verificare che ciò sia davvero avvenuto; il che significa essere attento a cosa gli allievi comunicano, al linguaggio impiegato (verbale e non), ai significati che essi attribuiscono alle parole ed alle opinioni che esprimono. Così si evita il rischio di ridurre lo studio delle scienze “ad una serie di risposte a domande non fatte”³², oltretutto formulate in un linguaggio ostile.

La comprensione reciproca è una condizione *propedeutica indispensabile* per consentire l'avvio di qualsiasi discorso educativo. Ciò appare ancor più vero per l'apprendimento scientifico nella scuola primaria, dove ai bambini è richiesto di compiere il passaggio dal livello dell'esperienza diretta (che si esprime generalmente con il linguaggio naturale) a quello dell'astrazione e della teorizzazione (che necessita di linguaggi artificiali e specifici). Tale passaggio non può avvenire spontaneamente, ma richiede una progettazione “pensata” da parte dell'insegnante, la gradualità ed i tempi lunghi dell'apprendimento significativo; è necessario porre come obiettivo specifico per i bambini: “l'avvio alla consapevolezza dello scarto tra linguaggio primario o naturale e linguaggi secondari o artificiali in funzione di un loro uso corretto e differenziato in relazione ai contesti e alle situazioni”³³.

Nella conversazione scolastica i bambini fanno ricorso per la maggior parte del tempo al linguaggio primario; il maestro deve esserne consapevole non per criticarlo e cercare di “debellarlo” nella sua azione didattica, quanto piuttosto per considerarlo come base necessaria di ogni processo di apprendimento: “La conversazione scolastica utilizza un linguaggio parlato molto poco preciso e spesso mal costruito sintatticamente. Tuttavia, è sulla base di quest'interazione verbale che l'insegnante dovrà essere mediatore della costruzione delle conoscenze da parte degli allievi e valutatore dei progressi in tale costruzione”³⁴.

Parlare di una “discontinuità” tra linguaggio naturale e linguaggio scientifico significa anche riconoscere nel parlato quotidiano dei bambini alcuni “ostacoli linguistici” che possono rendere difficoltoso il processo di apprendimento. Ecco alcuni esempi. Una prima fonte di difficoltà è proprio la *natura polisemica delle parole* impiegate nel parlato quotidiano; non è cosa da poco per i bambini accorgersi che un termine da loro impiegato con un certo significato possa indicare cose diverse per i compagni o per le scienze formali. Ad esempio, la parola “elemento” può riferirsi a cose molto diverse, sia concrete che traslate, nel parlato di tutti i giorni (dalle espressioni “sei un elemento fondamentale della classe”, “il latte è un elemento insostituibile dell'alimentazione del bambino”...) mentre assume un significato ben preciso ed univoco nel linguaggio della chimica (gli elementi, in contrapposizione ai composti).

Perché la consapevolezza della multifunzionalità dei termini si sviluppi nei bambini, è utile lasciare al gruppo il tempo della discussione in merito ai significati attribuiti alle parole ed, eventualmente, fissare su un cartellone, sul quaderno o alla lavagna la rete di senso così delineata. Una proposta didattica interessante è quella di incentrare la discussione sulle definizioni presenti nel dizionario per il termine in questione; gli allievi possono, così, riflettere su quale sia il significato più appropriato in ambito scientifico in confronto a quelli più diffusi nel parlato quotidiano. Ad esempio, la parola “sciogliere” si riferisce in scienze al processo di dissoluzione ma nel linguaggio naturale può anche essere usato in modo metaforico (“sciogliersi in lacrime”), oppure per indicare la divisione, la separazione, lo slegare, e la rottura di qualcosa (“sciogliere un patto di alleanza”, “sciogliere le vele al vento”, “sciogliere un nodo”...).

Perché ci sia apprendimento scientifico, infatti, “non basta conoscere molte parole, ma occorre possederle in profondità; accanto al criterio molte parole- molti significati c'è quello una parola- molti significati”³⁵. Ad esempio, nelle attività osservative svolte sull'acqua, le parole “assorbire”, “passare”, “intrappolare”, “arrampicarsi”, ecc., vanno discusse a lungo in gruppo per capire bene cosa intenda ciascuno e trovare le esperienze concrete ed i modelli mentali a cui ogni bambino fa riferimento quando le utilizza.

Un secondo tipo di ostacolo risiede nell'*utilizzo improprio di alcuni termini scientifici* nel linguaggio della quotidianità; in alcuni casi, infatti, i mass media e la conoscenza di senso comune si appropriano del lessico scientifico per poi utilizzarlo in forme errate che trasmettono, conseguentemente, false conoscenze. “Molto più grave dal punto di vista linguistico-interpretativo è l'incongruità tra linguaggio comune e linguaggio scientifico. Lo stesso termine, la stessa parola, può assumere significati diversi e quindi dare origine a misconoscenze difficilissime da contrastare”³⁶.

31. NOTA L., “Docenti e studenti ci capiamo?”, in *Atti del convegno. Nuove metodologie nell'insegnamento delle scienze: peer education e cooperative learning*, I.I.S. “B. Vittone”- Chieri- To- 7 aprile 2005, Daniela Lanfranco (a cura di), pag. 51

32. *ibidem*, pag. 52

33. R. Andreoli, F. Carasso Mozzi, L. Contaldi, S. Doronzo, P. Fetto, P. Riani (a cura di), *La chimica alle elementari. Un contributo della Divisione di Didattica della SCI all'insegnamento delle scienze nella scuola dell'obbligo*, op. cit., pag. 29

34. LARCHER C., CHOMAT A., “Médiation dans des situations d'entretien avec des élèves de collège à propos de la modélisation”, in DUMAS CARRE A., WEIL BARAIS A., *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*, Peter Lang, Berne, 1998

35. R. Andreoli, F. Carasso Mozzi, L. Contaldi, S. Doronzo, P. Fetto, P. Riani (a cura di), *La chimica alle elementari. Un contributo della Divisione di Didattica della SCI all'insegnamento delle scienze nella scuola dell'obbligo*, op. cit., pag. 30

36. MARTINI A., “Docenti e studenti ci capiamo?”, in *Atti del convegno. Nuove metodologie nell'insegnamento delle scienze: peer education e cooperative learning*, I.I.S. “B. Vittone”- Chieri- To- 7 aprile 2005, Daniela Lanfranco (a cura di), pag. 46

Ad esempio, nel linguaggio comune si dice che “i ghiacciai si stanno sciogliendo per l’innalzamento delle temperature”, che “il gelato si scioglie quando fa tanto caldo”, e che “tutto lo zucchero si è sciolto nel caffè”, confondendo allegramente i due processi della fusione e della dissoluzione. Sarebbe corretto invece parlare di “*fusione*” soltanto nelle situazioni in cui si verifichi un passaggio di stato (quindi, il ghiaccio fonde perché passa dallo stato solido a quello liquido) e di “*dissoluzione*” quando i fenomeni osservati hanno a che fare con la formazione di soluzioni (lo zucchero, in effetti, si scioglie nel caffè).

Consapevoli dell’esistenza di questi ostacoli linguistici, le Fiches Connaissances³⁷ elaborate come documento di accompagnamento ai Programmi ministeriali francesi del 2002, dedicano sempre un paragrafo alle “*difficoltà provenienti dai legami con il vocabolario corrente*”. Prendiamo ad esempio l’unità dedicata agli “*Stati della materia e cambiamenti di stato*”. Vengono segnalate ben cinque fonti di possibili misconcezioni: il termine *solido* spesso è utilizzato come contrario di *fragile* o *molle* e non in contrapposizione agli altri due stati della materia, liquido e aeriforme; la parola *gas* designa quasi sempre il combustibile impiegato per il riscaldamento domestico; l’espressione *acqua gasata* non indica nel parlato quotidiano dell’acqua allo stato aeriforme, ma dell’acqua nella quale si siano dissolte delle molecole di biossido di carbonio; la parola *vapore* normalmente viene usata in riferimento al vapor acqueo e non ad altre sostanze (vapore d’alcool, d’etere...); infine, come già detto, il verbo *fondere* è spesso impiegato al posto di *dissolversi*, facendo confusione tra due fenomeni ben diversi.

Altre volte è l’*imprecisione* della lingua quotidiana che contribuisce a diffondere misconoscenze, e non l’utilizzo improprio di un termine; ad esempio, è normale affermare che una bottiglia è “*vuota*” nel momento in cui non contiene più acqua né qualche altra bevanda. Ciò può rappresentare, per i bambini, una difficoltà aggiuntiva nel riuscire a pensare all’aria come materia gassosa che, anche se non visibile, è presente in ogni interstizio e ci avvolge. Per superare questo problema, sarà necessario far vivere ai bambini numerose esperienze per toccare con mano, vedere con gli occhi o sentire con tutto il corpo, “l’aria in azione” (ad esempio, osservare le bollicine che escono dalla sabbia quando ci si versa dell’acqua, o ancora scoprire la resistenza offerta dal pistone di una siringa tappata, dalla quale l’aria non può scappare).

Il linguaggio naturale può anche rendere più difficoltosi i processi logici fondamentali dell’ordinamento e della classificazione; ciò avviene perché nel parlato quotidiano si fa ampio uso di *aggettivi diversi* per indicare i modi con cui *una singola variabile* si presenta alla percezione umana. Ad esempio, il fatto di chiamare “liscio” il meno ruvido, o “basso” il meno alto, o ancora “lento” il meno veloce, induce facilmente a pensare che questi *contrari* rappresentino due proprietà diverse, e non due gradazioni di un’unica variabile.

Un altro ostacolo è legato alla “*concorrenza tra linguaggi*” cui sono soggetti i bambini: esiste un *gap* importante tra la lingua utilizzata nelle attività didattiche e quella multimediale a cui sempre più i giovani sono abituati. Quest’ultima si configura, sovente, come un linguaggio molto potente ed affascinante, ma impoverito e scorretto da un punto di vista grammaticale, sintattico e contenutistico, il che può contribuire al radicamento di conoscenze errate ed imprecise nei bambini.

Il linguaggio dei mass media, inoltre, per catturare l’attenzione ed essere accessibile a tutti, tende alla semplificazione dei concetti ed alla visione stereotipata; la parola “*energia*” ed i suoi derivati (“*energico*”, “*energizzare*”, ...), per fare un esempio, sono sovente riferiti al comportamento umano ed evocano l’idea di un’azione potente e rapida, quella appunto di un uomo energico, di un bambino pieno di energia, di un ginnasta ... Sarà allora difficile, per il bambino, cogliere il significato dei concetti fisici per i quali l’energia si può manifestare in molteplici fenomeni e forme, anche come trasferimento lento, con effetti deboli e sul lungo periodo (nel meccanismo di una pila, ad esempio).

Consapevole delle discontinuità presenti tra il parlato quotidiano dei bambini ed il linguaggio scientifico e delle possibili fonti di ostacoli linguistici da esse derivati, l’insegnante ha, dunque, il compito di mediare il processo di apprendimento di un vocabolario e di una terminologia scientifica adeguati al livello scolastico ed alla programmazione della classe.

Come principio metodologico di base è auspicabile evitare di fare una “*lezione di lessico*”³⁸, che ponga l’acquisizione di alcune parole scientifiche come obiettivo dell’attività didattica. Senza preparazione adeguata e senza aggancio con l’esperienza concreta, “*il vocabolario scientifico diventa una causa di disinteresse e sterilizza addirittura il pensiero scientifico, poiché ne maschera relazioni e problemi*”³⁷. L’insegnante deve, quindi, avere la sensibilità necessaria ad introdurre quei termini scientifici che si rivelino *utili* per aiutare il pensiero dei bambini, per esprimere i risultati di un’osservazione o di una manipolazione condotte in gruppo, per comunicare un’idea, ecc. Ciò che conta è suscitare nei bambini il “*bisogno*” del vocabolario scientifico: in fase iniziale, ad esempio, si può lasciarli liberi di descrivere una certa fenomenologia con le loro parole, con perifrasi ed espressioni analogiche, fino a quando si rendano conto che stanno usando parole diverse per dire la stessa cosa e, in tal modo, non riescono a comprendersi vicendevolmente. In un processo di apprendimento significativo i bambini hanno voglia di capirsi e di trovare le parole per esprimersi con la fa-

37. MINISTÈRE DE L’ÉDUCATION NATIONALE (DESCO) et ACADEMIE DES SCIENCES (LA MAIN A LA PATE), Fiches connaissances - Cycle 3, Sceren (CNDP), Paris, 2002, pag. 7

38. GUICHARD J., *op. cit.*

cilità; è in quel momento che l'insegnante può fare le "lezioni di invenzione"³⁹, introducendo un vocabolario scientifico funzionale, capace di eliminare le ambiguità del discorso e di permettere la comprensione. E' necessario "dare un nome" ai nuovi concetti perché il contrassegno verbale, se proposto in relazione ad un'esperienza concreta (le "lezioni di scoperta"), consente una stabilizzazione ed un più facile recupero del nuovo sapere.

Si effettua, così, il passaggio dall'approccio sensoriale e grezzo della quotidianità all'approccio scientifico, in cui il vocabolario appreso, proprio per il suo stretto ancoraggio ad un'esperienza condivisa, può essere *memorizzato a lungo termine*. Ogni nuova parola andrà ad inserirsi in una rete, in un sistema di parole e concetti già presenti nella mente del bambino, e non sarà semplicemente "appiccicata" come esito di un apprendimento meccanico.

In effetti, l'introduzione di un nuovo termine scientifico è utile quando i bambini possono riutilizzarlo successivamente nelle discussioni collettive e nell'esplorazione di nuove fenomenologie; il suo riutilizzo ha una duplice funzione: da un lato, ne permette il consolidamento e la scoperta di nuove connessioni con altri concetti, dall'altro, rappresenta per l'insegnante una buona verifica dell'effettivo apprendimento. "Non si impara una parola per far piacere all'insegnante o per superare l'interrogazione, ma perché è utile per farsi comprendere e per confrontare le proprie osservazioni con quelle degli altri o con quanto si trova scritto nei libri"³⁸.

Rispetto alla scelta di quale vocabolario scientifico sia adeguato per essere proposto a bambini della scuola primaria, è bene che l'insegnante scelga in relazione alla sua conoscenza del gruppo classe ed alla programmazione didattica. Se, ad esempio, si sta affrontando il tema dell'educazione alimentare si può consentire ai bambini di continuare a considerare pomodori e zucchine come legumi; se, invece, l'unità didattica verte sull'origine dei frutti e sulla riproduzione degli organismi vegetali sarà necessario che i bambini comprendano come anche questi due "legumi apparenti" siano in realtà dei frutti, che nascono dallo sviluppo di un fiore fecondato. Dunque, "a seconda del contesto, della domanda e della problematica in esame si impone una terminologia particolare"⁴⁰.

Occorre cercare ponti di collegamento tra i concetti scientifici e l'esperienza concreta e quotidiana dei bambini. Ad esempio, per introdurre il concetto di "acido" con bambini della scuola primaria non ha senso partire da definizioni scientifiche esclusivamente verbali, bensì dall'impatto diretto con la realtà. Si può far compiere ai bambini delle esperienze con soluzioni acquose di acidi (acido acetico, tartarico...) su pezzetti di sali o di metalli, per far loro osservare cosa accade; insieme si giunge, così facendo, alla definizione di acido come "sostanza aggressiva", una definizione che ha un significato ben preciso per gli allievi, ancorato nelle attività logico- percettive realizzate. Tale significato è accessibile al livello di comprensione di un bambino di scuola primaria per la sua "continuità con il mondo quotidiano dell'esperienza comune"⁴¹ e rappresenterà la base dello sviluppo successivo del concetto di acido.

CONCLUSIONI

Se l'apprendimento scientifico riuscirà davvero a compiere questa pluralità di passaggi continui, in un andare e venire tra linguaggio naturale e termini scientifici, tra contesto di vita quotidiana degli allievi e ambiente di apprendimento formale, si potranno risolvere molte difficoltà operative e conoscitive. Infatti, sovente i problemi di apprendimento nascondono difficoltà linguistiche; spesso la formazione dei concetti scientifici è ostacolata dall'uso di un linguaggio costruito nei contesti quotidiani e carico di ambiguità ed approssimazioni semantiche, oppure dalla proposta affrettata di un lessico privo di qualsiasi rapporto diretto con la realtà che esprime.

Su tutti questi piani il documento elaborato dalla CC della DD-SCI, per la sezione dedicata alla scuola primaria, rappresenta un contributo fondamentale alla innovazione didattica nel nostro Paese, necessaria per far fronte ad una formazione scientifica carente e obsoleta che, se non impostata come si è detto fin qui, rischia di perpetuare *sine die* i fallimenti messi in luce nell'apprendimento nell'area scientifica.

39. KARPLUS R., THIER H. .D., *Rinnovamento dell'educazione scientifica elementare*, Bologna, Zanichelli, 1971, pag. 40

40. *ibidem*

41. R. Andreoli, F. Carasso Mozzi, L. Contaldi, S. Doronzo, P. Fetto, P. Riani (a cura di), *La chimica alle elementari. Un contributo della Divisione di Didattica della SCI all'insegnamento delle scienze nella scuola dell'obbligo*, op. cit., pag. 39

Per una rivalutazione culturale dell'insegnamento scientifico e della formazione iniziale e in servizio degli insegnanti

Raffaella Biavasco, Aldo Borsese, Giuseppina Caviglia, Barbara Mallarino, Marcella Mascarino, Irene Parrachino, Ilaria Rebella, Elisa Tamburello, Luca Vignali, Nadia Zamboni, Lia Zunino¹

Riassunto

Il nostro Gruppo di Ricerca ha progettato e sperimentato alcune proposte didattiche per la scuola primaria e secondaria; esse sono centrate sul processo di dissoluzione e utilizzano materiale autoprodotta.

Gli insegnanti del gruppo hanno avuto la possibilità di sperimentare in prima persona la metodologia di lavoro che proponiamo di utilizzare con gli allievi in classe.

I nostri percorsi didattici sono basati su una didattica di tipo laboratoriale: gli studenti osservano e descrivono, formulano ipotesi, progettano e svolgono esperimenti, gestiscono e interpretano i dati ottenuti. La definizione di alcuni termini specifici, formulata dalla classe in modo cooperativo, rappresenta il momento di sintesi concettuale dell'intero lavoro.

Gli studenti migliorano le loro competenze logiche e l'abilità di auto-valutazione, confrontando il loro punto di vista con quello dei compagni; sviluppano le loro abilità linguistiche e metacognitive. I risultati ottenuti hanno confermato il valore formativo della metodologia che proponiamo. Riteniamo che un'attenta predisposizione di simili scenari di apprendimento possa stimolare e motivare gli studenti verso l'autonomia cognitiva.

Premesse

La connotazione di “didattica laboratoriale”² che emerge dai percorsi didattici che proponiamo consiste in una metodologia che valorizza l'approccio sperimentale alla risoluzione di problemi e ne esalta le potenzialità formative, prevedendo una sequenza di attività in cui l'alunno non è un esecutore che mette in pratica operazioni suggerite, ma colui che riflette sulle sequenze e sulle modalità con cui condurre l'esperimento, lo realizza, raccoglie i dati, analizza i risultati e li comunica. Questo approccio di lavoro consente, attraverso una sollecitazione sistematica degli allievi ad esprimere il loro punto di vista, confrontarlo con i compagni e sottoporre a verifica le proprie affermazioni, di accrescere le loro abilità logico-linguistiche e progettuali, le loro capacità di osservare e di porsi domande, di valutare ciò che conoscono e di rapportarsi con gli altri [1]. Le abilità sollecitate da questa sequenza di fasi, per altro, non sono esclusivo patrimonio di un'attività sperimentale in senso stretto, ma possono essere stimolate da qualsiasi attività didattica che prenda avvio da una domanda o problema, non necessariamente di tipo scientifico sul quale gli alunni abbiano i requisiti necessari per fare ipotesi [2].

La **sequenza operativa**, utilizzata anche nei corsi di formazione docenti e che gli stessi trasferiscono nelle loro attività con gli alunni, è, in linea di massima, la seguente³:

1. lavoro scritto individuale
2. lavoro scritto di gruppo
3. esposizione e discussione
4. sintesi conclusiva

È evidente che una didattica di questo tipo, le cui potenzialità sono particolarmente sfruttabili nella scuola primaria (ma che diventa spendibile anche nell'ultimo triennio della secondaria per le prospettive che si aprono, come si vedrà successivamente), deve poter contare su tempi distesi per far fronte alle esigenze di apprendimento dei singoli ed è altrettanto evidente che i risultati di questa didattica sono così incoraggianti che appare impossibile rinunciarvi.

1. Tra i componenti del gruppo di ricerca vi sono insegnanti che hanno avuto l'opportunità di mettere a punto e provare a scuola percorsi didattici ispirati a una didattica di tipo laboratoriale.

2. La formulazione “didattica laboratoriale” costituisce un riferimento per la didattica delle scienze sperimentali. Nelle “Indicazioni per il curricolo”, infatti, si considera il laboratorio, che unifica i tre filoni matematica-scienze sperimentali-tecnologia, non solo come luogo fisico ma soprattutto come metodo di insegnamento/apprendimento. In questa prospettiva, nella strutturazione del progetto, trovano spazio attività che spingono i bambini a problematizzare la realtà, a progettare interventi in cui elaborano ipotesi progettuali e previsionali e a verificarle sia in modo argomentativo e sperimentale.

3. Non è detto che su ciascun tema proposto debbano essere svolte tutte le fasi di lavoro; potranno, secondo le esigenze, susseguirsi due o più schede individuali seguite da un unico lavoro di gruppo oppure, viceversa, essere proposte schede di gruppo senza un precedente lavoro individuale.

Per una rivalutazione culturale dell'insegnamento

Lo spazio temporale per l'insegnamento delle scienze sperimentali nella scuola elementare e nella scuola media è molto basso e, purtroppo, i nuovi ordinamenti scolastici comportano un suo ridimensionamento anche nella scuola secondaria superiore. Si tratta di un vincolo molto pesante. Tuttavia, poiché la metodologia richiede un forte impegno da parte dei ragazzi nella formulazione del pensiero scritto, nell'argomentare per sostenere il proprio punto di vista e nell'esporre sinteticamente e con ordine le conclusioni raggiunte con i compagni, e gli alunni sono avviati allo sviluppo di competenze comunicative che sono indispensabili per tutte le discipline, una sua applicazione sarebbe possibile se di questo impegno si facessero carico anche gli altri insegnamenti⁴.

Le attività che presentiamo in questo contributo, ma soprattutto le idee di fondo sul ruolo dell'apprendimento scientifico nella formazione culturale degli allievi, sono in assonanza con le "Indicazioni per il curricolo verticale di chimica" [3] proposto dalla DD/SCI5.

Nei paragrafi successivi verranno brevemente presentate le attività del nostro gruppo di ricerca e per ciascun livello scolastico verrà indicata la loro consonanza o meno con le proposte di curricolo della DD/SCI.

1. Interventi rivolti alla formazione degli insegnanti

Gli insegnanti del nostro gruppo hanno provato su di sé la sequenza di lavoro e l'approccio didattico che proponiamo di utilizzare anche in classe con gli alunni. I contenuti trattati nei corsi di formazione riguardano sia aspetti di tipo teorico (principali teorie di riferimento), sia aspetti più strettamente disciplinari (analisi e produzione di materiale didattico).

Si realizza un sistema di ricerca didattica che procede "autoalimentandosi", poiché di anno in anno il materiale didattico preesistente viene analizzato e perfezionato e, parallelamente, si riflette sulla possibile trasposizione didattica di nuovi contenuti.

La formazione degli insegnanti è un'operazione cruciale se si vuole che finalmente lo studente venga posto, come suggeriscono le moderne teorie psicopedagogiche, al centro del processo di insegnamento-apprendimento. E la formazione deve realizzare una vera e propria "conversione" degli insegnanti. Infatti, da studenti sono stati abituati a convivere con un modello essenzialmente trasmissivo in cui predominava la dipendenza cognitiva dal docente, mentre ora si chiede loro che, come docenti, assumano un ruolo totalmente differente⁶: devono individuare e sottoporre agli alunni problematiche adeguate al livello scolastico in cui stanno operando, coordinare, facilitare, sostenere gli allievi nel loro processo di costruzione delle conoscenze e agire su quelle che Lumbelli chiama le "intenzioni comunicative" [4], trasformandole in atti consapevoli tra cui, per esempio: orientare senza imporre, stimolare, incoraggiare, richiamarsi agli interessi degli interlocutori, tenere conto dei loro bisogni, delle loro motivazioni, sforzarsi di capire e di farsi capire, dimostrare accettazione o "confermare" l'altro, non manipolare, non mistificare, ecc. ecc.

Occorre, inoltre, che vengano fornite ai docenti competenze funzionali a:

- ridurre i rischi di un uso acritico e in un certo modo depotenziato dei contenuti disciplinari coinvolti nella problematica individuata;
- chiedersi sistematicamente perché progettano di affrontare quel determinato argomento, con quella articolazione concettuale e con quella particolare metodologia di lavoro, eventualmente con quegli specifici esperimenti che l'hanno reso significativo dal punto di vista formativo;
- domandarsi quale emblematicità tale argomento abbia, per esempio, rispetto alla disciplina che insegnano e rispetto ad altri contenuti che avrebbero potuto scegliere;
- prevedere quali specifiche nozioni gli studenti devono possedere e in quale percorso ideale di curricolo questo contenuto si inserisce;
- ipotizzare quali capacità mentali queste attività possano sviluppare e/o consolidare e comprendere come possa entrare in gioco ciò che gli studenti sanno già, il loro sapere quotidiano [5], per lavorare a un'integrazione tra quest'ultimo e ciò che apprendono a scuola, al fine di evitare compartimenti stagni e la conseguente infruttuosità di ciò che essi acquisiscono a scuola.

Il nostro gruppo ha maturato consapevolezza di questi problemi attraverso un lungo lavoro di ricerca rivolta, in particolare, alla comunicazione nel processo di insegnamento apprendimento (si è partiti dai suoi aspetti linguistici per poi estendere l'interesse di ricerca agli altri fattori che la influenzano) [6, 7] e rivisitando alcuni concetti scientifici di base.

4. Tra questi, in particolare, quello d'italiano per la specifica finalità che lo riguarda. Le attività laboratoriali (nel senso precisato sopra) potrebbero, cioè, essere svolte in compresenza in una quota di orario di quella disciplina.

5. Divisione Didattica della Società Chimica Italiana, <http://www.didichim.org>

6. "(...) assegnando all'allievo il ruolo di protagonista della propria emancipazione culturale; in tale impresa, che è insieme collettiva e individuale, egli deve essere aiutato e sostenuto dall'insegnante che "propone situazioni di apprendimento adeguate, accompagna e catalizza processi, stimola ricerche". In questo modo si attiva l'interazione tra le tre componenti fondamentali di ogni situazione didattica: l'allievo, il sapere e l'insegnante. ", Indicazioni DD/SCI, Introduzione.

Le attività proposte, che puntano a far acquisire agli insegnanti un atteggiamento fortemente riflessivo, una attenzione sistematica a correlare ogni singola azione al raggiungimento di specifici obiettivi, sono riassumibili nelle seguenti:

- analisi di materiale didattico per riflettere se e quando la struttura specialistica della disciplina è funzionale al raggiungimento di obiettivi fondamentali quali, ad esempio, stimolare interesse, guidare alla razionalità e alla consapevolezza e quindi favorire il processo di concettualizzazione;
- analisi del rapporto tra la struttura della disciplina dal punto di vista specialistico e la struttura della stessa disciplina dal punto di vista didattico per avere gli strumenti che permettano di valutare come, dove, quando e perché trasporre [8] determinati contenuti in modo da garantire una dimensione culturale al processo di insegnamento-apprendimento;
- progettazione di attività didattiche in cui si realizzi una effettiva integrazione tra i contenuti da trattare e le metodologie che si intendono adottare.

2. Interventi rivolti alla costruzione ed attuazione di percorsi didattici

Tutti i percorsi che abbiamo sperimentato, pur presentando differenze che derivano dall'età degli alunni per i quali sono stati predisposti, usano la stessa metodologia e mantengono le seguenti altre caratteristiche comuni relativamente ai materiali utilizzati:

- schede autoprodotte (come alternativa al libro di testo),
- sostanze liquide e solide di facile reperibilità,
- semplici strumenti da laboratorio (vetreria e bilance),
- altri oggetti di uso quotidiano.

2.1 Obiettivi e contenuti

Ci siamo posti obiettivi che si possono ricondurre a tre differenti tipologie:

1. acquisizione di abilità trasversali e di base,
2. acquisizione di conoscenze disciplinari di ambito chimico in relazione al tema della solubilità,
3. obiettivi e finalità di carattere educativo.

Le nostre proposte didattiche presentano un carattere intrinsecamente trasversale per il forte coinvolgimento dell'area linguistica e per il continuo ricorso ad attività quali:

- osservare e descrivere;
- classificare;
- formulare ipotesi e predisporre esperienze per verificarle;
- applicare una logica deduttiva nello studio di un fenomeno;
- effettuare analisi, sintesi e generalizzazione.

ed avviano ad abilità che sono obiettivi anche delle altre discipline.

Entrando nello specifico degli obiettivi disciplinari, essi variano a seconda del livello scolastico, poiché la scelta dei contenuti va effettuata in relazione all'“enciclopedia cognitiva” degli alunni, cioè in relazione all'insieme delle conoscenze (concetti ed informazioni) che possiedono.

C'è un'attenzione particolare alla qualità dei contenuti e al livello a cui si propongono.

I diversi contenuti possono, infatti, essere più o meno “carichi” di teoria ed esigere, perché si generi un apprendimento significativo, requisiti cognitivi di diversa entità e il possesso di maggiori o minori abilità. Pertanto la scelta degli argomenti da trattare a scuola costituisce un compito fondamentale e prioritario per l'insegnante, se vuole evitare di trattare contenuti che risultano inaccessibili ai propri studenti.

Nel nostro studio la disciplina coinvolta è la chimica, che, può essere affrontata secondo due approcci differenti: o limitandosi a considerare i suoi aspetti descrittivi attraverso l'osservazione della fenomenologia, o puntando sulla spiegazione degli aspetti fenomenologici attraverso il modello microscopico degli atomi e delle molecole. Per il tema affrontato nella scuola di base, la dissoluzione, abbiamo lavorato “solo” sul piano macroscopico e abbiamo realizzato percorsi che prevedono la descrizione del fenomeno, la formulazione e la verifica di ipotesi, la costruzione di alcune definizioni di un certo numero di termini specifici, ...

Ciò è in pieno accordo anche con le indicazioni per la scuola di base della proposta di curricolo verticale avanzata dalla DD/SCI.

I nostri principali obiettivi disciplinari per la scuola di base sono:

- arricchimento del linguaggio naturale, anche attraverso l'introduzione di termini di lessico specifico;
- formulazione operativa di alcune definizioni (basate sull'osservazione) e acquisizione dei concetti di soluzione, soluto, solvente, concentrazione, solubilità e soluzione satura;
- capacità di formulare ipotesi e di predisporre esperienze per verificarle;
- capacità di pianificare le fasi di un esperimento, eseguire la procedura, raccogliere, gestire ed interpretare i risultati.

Per una rivalutazione culturale dell'insegnamento

La dimensione fenomenologica è certamente più accessibile e può essere utilizzata anche e soprattutto per fare acquisire agli alunni del primo ciclo scolastico le abilità che consentiranno loro di percorrere la dimensione microscopica a partire dal secondo ciclo.

La mancanza di queste abilità potrebbe rendere problematica agli studenti della scuola secondaria di secondo grado l'attivazione dei processi inferenziali per accedere ai concetti delle moderne scienze sperimentali.

D'altra parte, scegliere nella scuola primaria di affrontare l'argomento attraverso l'approccio microscopico avrebbe costretto gli alunni a memorizzare innescando in loro un processo di dipendenza cognitiva.

Questo approccio potrà essere utilmente introdotto nella scuola secondaria adeguando obiettivi e contenuti.

I principali obiettivi disciplinari dei percorsi che abbiamo attuato nella secondaria di II grado sono:

- concordare una definizione operativa di soluzione, emulsione e sospensione;
- acquisire il concetto di volume apparente e volume reale di un solido;
- osservare variazioni di volume dovute a fenomeni di dissoluzione e metterli in relazione con interazioni soluto-solvente;
- descrivere e interpretare il processo di dissoluzione a livello microscopico, attraverso l'analisi delle interazioni fra particelle di soluto e di solvente;
- acquisire il concetto di concentrazione;
- definire quantitativamente la solubilità;
- costruire la definizione di soluzione satura;
- costruire grafici sulla base di dati rilevati sperimentalmente;
- interpretare i grafici in correlazione con i fenomeni macro e microscopici che essi rappresentano.

Per quanto riguarda le finalità e gli obiettivi di carattere educativo, ci siamo proposti di avviare gli alunni allo sviluppo di:

- capacità critica e autonomia cognitiva;
- consapevolezza del proprio ruolo nella costruzione del sapere;

La dimensione fenomenologica è certamente più accessibile e può essere utilizzata anche e soprattutto per fare acquisire agli alunni del primo ciclo scolastico le abilità che consentiranno loro di percorrere la dimensione microscopica a partire dal secondo ciclo.

- capacità di riconoscere le abilità utilizzate (metacognizione);
- capacità di lavorare in piccoli gruppi;
- capacità di partecipare a discussioni collettive, accettando le opinioni divergenti.

3. Proposte didattiche: sintesi delle attività realizzate nei vari ordini di scuola

La maggior parte delle sperimentazioni è iniziata con una fase di valutazione della situazione di partenza della classe ed ha previsto una serie di attività per la costruzione dei requisiti linguistici che permettesse, tra l'altro, agli alunni di familiarizzare con la metodologia di lavoro adottata.

Nella scuola primaria e secondaria di I grado tali attività hanno visto l'utilizzo di oggetti di uso comune, per condividere e fissare il significato delle parole "trasparente", "incolore", "colorato", necessarie per una definizione di "soluzione" basata sull'osservazione. In questa fase è stato possibile anche lavorare allo sviluppo di abilità quali: osservare, individuare uguaglianze e differenze, classificare.



Nel caso di una classe prima di scuola primaria, l'insegnante ha ritenuto importante anche far precedere alle attività sulla solubilità un tratto di percorso per costruire insieme ai bambini i concetti di "solido" e "liquido", anch'essi fondamentali per giungere ad una definizione di soluzione.



Si comincia, dunque, focalizzando lo specifico tema che si intende affrontare (attraverso un breve testo scritto o attraverso la descrizione o la presentazione o ancora l'esecuzione da parte degli alunni di una esperienza).

Segue un lavoro scritto individuale (su una scheda predisposta) in cui si invitano gli alunni a esprimere il loro punto di vista in relazione al tema preso in esame. Nella scheda che viene consegnata a ciascun alunno compare in maniera esplicita il compito che si vuole che venga eseguito. La consegna, in genere, consiste in domande specifiche, di cui bisogna curare con attenzione la formulazione per evitare ambiguità, a risposta aperta.

In una prima elementare, non essendo ancora acquisite le abilità di base di letto-scrittura, questa fase è stata sostituita da interviste orali o compilazione di schede da parte delle maestre attraverso la tecnica del "prestamano"⁷.

Gli alunni, divisi in piccoli gruppi compilano un'altra scheda analoga a quella individuale o opportunamente modificata in base ai risultati ottenuti dai lavori precedenti in cui si chiede loro di confrontare le risposte individuali fornite e di tentare di giungere ad una formulazione unica condivisa: naturalmente, se permangono punti di vista differenti, questi debbono comparire nella relazione di gruppo. Nella primaria il lavoro a coppie si è rivelato, almeno in un primo tempo, più efficace di quello in piccolo gruppo. Le dinamiche cambiano notevolmente nel gruppo di tre o più alunni, dove il "leader" può avvertire come troppo gravosa l'attività di coordinamento e di mediazione nei confronti dei compagni; in tal caso sarà portato facilmente a escludere e prevaricare, tendendo ad imporre la propria idea anche quando questa si rivela errata o non sostenuta da precedenti osservazioni. Nella coppia si instaurano dinamiche diverse e, se la capacità di apprendimento dei suoi componenti è comparabile e medio-alta, la collaborazione si concretizza in una interazione dialettica propositiva invece che oppositiva e la funzione di leader è attenuata. Se questa capacità è differente occorre che i bambini abbiano enciclopedie cognitive abbastanza simili, in modo che quello più capace supporti/trascini l'altro con ragionamenti che si muovono all'interno della zona di sviluppo prossimale [9] del bambino con più difficoltà. Quest'ultimo, sentendosi in grado di cogliere l'aiuto che l'altro può offrirgli, contribuisce al lavoro comune aumentando la motivazione e la gratificazione di entrambi.

Infine i bambini sono incoraggiati a riflettere sui loro elaborati di gruppo e sul confronto con quelli individuali nella discussione di bilancio (10) successiva, in cui viene chiesto loro di esporre e sintetizzare i contributi, di trovare eventuali discrepanze e di progettare una verifica per i casi dubbi.

Ciascun gruppo, attraverso un rappresentante, riporta le proprie conclusioni e, quindi, gli alunni partecipano a una discussione generale. In questa fase l'insegnante, oltre a promuovere la partecipazione di tutta la classe, si impegna a fare emergere una sintesi dei risultati e a favorire la concettualizzazione. Contestualmente alla discussione potrebbero essere necessarie alcune considerazioni da parte del docente sul tema trattato per integrare i risultati cui sono giunti gli alunni con ulteriori informazioni e suggerimenti.

Una metodologia di lavoro come questa può creare problemi agli alunni assenti, perciò l'insegnante si preoccupa sempre di ricapitolare il lavoro (con l'aiuto della classe) prima di cominciare ogni attività. Al termine di ciascuna discussione può essere utile che i ragazzi inseriscano nel quaderno una pagina di riepilogo del percorso didattico (da compilare subito oppure in un secondo tempo, a casa): "Dalla discussione è emerso che: ...". Ciò consente di registrare i punti principali anche del lavoro svolto solo oralmente.

Appare evidente che questo approccio coinvolge sistematicamente gli alunni in attività scritte e orali, sia individuali sia di gruppo, richiedendo un grande investimento di tempo, sia in aula, sia fuori dall'aula, nella progettazione, nell'analisi

7. Si veda, ad esempio, http://www5.indire.it:8080/set/set_linguaggi/materiali/parole/prest.html

Per una rivalutazione culturale dell'insegnamento

e nella revisione degli elaborati degli allievi. La scelta, ovviamente, non è casuale e si basa su presupposti teorici ben precisi [11, 12, 13].

Lo scritto individuale permette a ciascun bambino di esprimersi in prima persona, mentre quello di gruppo lo impegna a mettere in discussione ciò che ha pensato. Scrivere offre l'opportunità di sviluppare competenze trasversali in ambito logico e in ambito linguistico. L'alunno è chiamato ad esplicitare le proprie osservazioni, i propri ragionamenti, le proprie ipotesi, in generale il proprio processo di pensiero poiché lo scrivere impegna l'alunno a riflettere su ciò che vuole dire, gli consente di rivedere quanto già scritto per modificarlo, mettendo in gioco capacità metacognitive.

L'esercizio a esprimersi oralmente (nelle fasi di esposizione e discussione e nel lavoro di gruppo) contribuisce a migliorare le abilità comunicative e linguistiche, favorendo inoltre la socializzazione.

Come rileva Vygotskij [9, 14, 15], sottolineando le connessioni tra lo sviluppo del linguaggio verbale e lo sviluppo del pensiero, lavorare in questo modo consente ai ragazzi di affinare la propria capacità di verbalizzazione, rendendola più sistematica, efficace e organica e, parallelamente, di riorganizzare e controllare il proprio pensiero, in un atteggiamento sempre più di tipo "scientifico".

L'insegnante, inoltre, ha accesso ai ragionamenti di ciascuno dei suoi allievi in modo molto più capillare rispetto al caso di un singolo alunno interrogato, poiché l'intera classe lavora contemporaneamente sulla stessa scheda e i loro lavori verranno esaminati in seguito dall'insegnante, senza penalizzare il tempo-scuola.

Gli elaborati dei ragazzi rappresentano un preziosissimo materiale didattico sul quale impostare il lavoro a seguire e, al tempo stesso, un'occasione di riflessione e revisione critica delle scelte metodologiche fatte: si tratta di materiale sempre originale poiché generato da quella classe, in quel particolare contesto; ossia è il reale punto di partenza, rappresenta le fondamenta sulle quali costruire nuova conoscenza.

Il confronto offre un'opportunità di crescita ed avviene in un primo tempo all'interno dei piccoli gruppi di lavoro, che l'insegnante si curerà di comporre nel modo più "fecondo" e più significativo possibile, e in un secondo tempo con l'intero gruppo classe, sotto la guida del/della docente. Il momento del confronto ha importanti implicazioni anche dal punto di vista della capacità autovalutativa degli alunni.

Una scheda da compilare per iscritto può rappresentare un ostacolo per alcuni alunni in difficoltà, che potrebbero "bloccarsi" e non scrivere nulla. L'insegnante deve essere consapevole del fatto che la frustrazione e il senso di impotenza che determinano il blocco (cognitivo o emotivo che sia) non sono educativi e non portano nuove conoscenze. Pertanto, dovrà preoccuparsi di intervenire per facilitare il compito con un'interazione orale o scritta effettuata direttamente sulle schede che i ragazzi stanno elaborando.

L'interazione scritta presenta grandi vantaggi rispetto a quella orale:

- lascia sugli elaborati una traccia degli interventi;
- rende possibile ricostruire, in fase di correzione, il processo di pensiero dell'alunno;
- permette di interagire ordinatamente e simultaneamente a livello individuale con più alunni.

Gli interventi di supporto non devono però farci dimenticare l'obiettivo primario dell'autonomia cognitiva degli alunni e dovranno, nel tempo, essere di sempre minor entità.

L'approccio metodologico proposto e adottato in diverse esperienze didattiche ha mostrato di essere in grado di favorire il mantenimento della motivazione negli alunni. In particolare si rileva che gli allievi che comprendono quello che viene loro proposto, sono consapevoli di ciò che stanno facendo a scuola, mantengono la curiosità e l'interesse, accrescendo la loro conoscenza. In altre parole l'allievo risulta protagonista attivo e cosciente del proprio percorso di apprendimento e questo risultato può essere facilitato da una condivisione di obiettivi da parte dei docenti della classe.

Se nella scuola primaria il contratto didattico può essere scelto in modo da supportare questa metodologia di lavoro, i ragazzi delle scuole superiori, ormai abituati ad una esperienza scolastica di tipo trasmissivo, non sembrano più disposti a mettersi in gioco e ad assumersi la responsabilità di un ruolo attivo nell'apprendimento. Ciò può portare la maggior parte di loro a distrarsi e a non prendere seriamente il lavoro da svolgere. Non è facile abituare gli alunni a riflettere autonomamente sul perché delle cose quando usualmente considerano "verità" le parole dell'insegnante e le imparano mnemonicamente con minor fatica.

In riferimento all'uso critico delle fonti di informazione ed in particolare del libro di testo, pensiamo che molto lavoro sarebbe ancora da fare per favorire negli alunni una tendenza a porsi in maniera dialettica rispetto a quello che viene loro proposto. Questo aspetto risulta oggi più importante perché è sempre più facile avere accesso alle informazioni (notizie in rete, forum, blog ecc.) e diventa imprescindibile un approccio critico efficace.

Un'altra difficoltà per la secondaria di II grado è la gestione del tempo: le esigenze legate allo svolgimento del programma; soprattutto nel caso in cui il corso sfoci nell'Esame di Stato, le esigenze si fanno pressanti, mentre la metodologia didattica da noi adottata, per poter essere efficace, necessita di tempi distesi. Spesso la scelta di portare a termine il programma scolastico in tutti i suoi punti porta ad abbandonare questa metodologia didattica e a limitarsi ad una pura trasmissione di informazioni. Nell'esperienza svolta nella secondaria superiore è emerso chiaramente, infatti, che sebbene molti argomenti fossero già stati affrontati in precedenza dall'insegnante di classe, gli alunni non possedevano affatto i concetti corrispondenti, come è emerso da un questionario somministrato alla classe prima di iniziare il nostro percorso didattico. Ciò ha aperto interessanti riflessioni sulla significatività dell'approccio didattico tra-

dizionale e sulla costruzione spesso apparente del sapere. Nella prosecuzione del nostro lavoro con la classe abbiamo avuto conferma che tali concetti erano stati appresi solo apparentemente e che la loro conoscenza si limitava all'uso mnemonico dei termini che li denotano. Sono emerse anche lacune di matematica di base (formule inverse, frazione e notazione esponenziale) ed è risultato chiaro che gli studenti non erano in grado di esprimere a parole la simbologia chimica. Anche la loro capacità argomentativa, pure nei casi in cui gli studenti avevano fornito la risposta esatta, non era all'altezza delle richieste, dimostrando grande difficoltà a motivare i procedimenti utilizzati per la risoluzione dei problemi.

4. Riflessione metacognitiva

Condurre gli alunni verso una dimensione metacognitiva dell'apprendimento significa avviarli alla consapevolezza delle operazioni mentali attuate, delle conoscenze e abilità utilizzate per svolgere un compito.

Quanto più precocemente si introdurrà l'abitudine a una riflessione sul lavoro svolto, tanto maggiori saranno le ripercussioni positive sul processo di apprendimento.

In attività di tipo metacognitivo i ragazzi, oltre a sviluppare le abilità cognitive "primarie" (leggere, scrivere, calcolare ecc.), dovranno porre in atto l'abilità "superiore" di acquisire coscienza di ciò che stanno facendo, del perché lo stanno facendo, di quando è opportuno farlo.

Sollecitare i ragazzi ad assumere maggiore consapevolezza delle proprie operazioni mentali (a partire dai processi spontanei), nel corso di un'attività d'apprendimento, consentirà loro sia di rendere i processi cognitivi implicati maggiormente riconoscibili, quindi riutilizzabili in altri contesti ("trasversali"), sia di migliorarne l'efficacia.

Le principali implicazioni didattiche di un lavoro di tipo metacognitivo comprendono aspetti relativi alla motivazione dei ragazzi, alla trasversalità dell'apprendimento, a possibili strategie per affrontare situazioni di disagio/difficoltà.

L'attività metacognitiva può seguire lo stesso iter già usato fin qui nel percorso didattico: una prima fase individuale, in cui la riflessione sarà esplicitata attraverso la compilazione di schede; un'attività di gruppo; una fase di discussione; al termine, la condivisione di conclusioni generali.

All'inizio, talvolta, i ragazzi incontrano difficoltà nella comprensione delle prestazioni richieste, in particolare nell'interpretazione della parola "abilità". Sarà quindi opportuno che l'insegnante legga alla classe le consegne con estrema attenzione, e, se necessario, proponga dapprima esempi di abilità necessarie a svolgere un'azione concreta (come andare in bicicletta), per poi riferirsi ad abilità implicate in un'attività "mentale" (come svolgere un'espressione).

A proposito della formulazione delle schede per la riflessione metacognitiva, individuamo due possibili modalità:

- ripresentare a ciascun ragazzo stralci dei lavori precedentemente eseguiti, chiedendogli di riflettere sulle abilità utilizzate per affrontare, di volta in volta, le diverse consegne;
- proporre a tutti gli alunni indistintamente una rivisitazione schematica del percorso svolto, per rievocare le diverse fasi dell'attività.

La prima possibilità si rivelerà presumibilmente più efficace (come ogni compito individualizzato), ponendo ciascun alunno a contatto con i punti salienti dei propri elaborati, ma un accurato allestimento richiederà molto tempo. Potrà essere utile proporre agli alunni un'ulteriore riflessione sulle abilità inerenti alla metodologia operativa utilizzata. Nei vari percorsi sperimentati, compreso in quello svolto in prima elementare, la proposta di schede di riflessione metacognitiva ha sempre portato risultati inaspettatamente interessanti, mostrando che, se opportunamente guidati, anche bambini molto piccoli possono acquisire maggior consapevolezza del proprio processo di apprendimento.

SCHEDA 4	Nome e cognome <u>GIULIA S.</u>
Nel completare la Scheda 1 e la Scheda 2 con il tuo compagno:	
<ul style="list-style-type: none"> • Hai trovato delle difficoltà? Quali? <u>NO</u> • Tra tutte le capacità che hai (le cose che sai fare), quali hai usato per fare quello che ti abbiamo chiesto nelle schede 1 e 2? <u>che hai saputo fare perché sai... SCRIVERE, LEGGERE, OSSERVARE</u> 	
Lavorare nel gruppo più grande, per completare la Scheda 3:	
<ul style="list-style-type: none"> • È stato più difficile o più facile? Perché? <u>UN PO' FACILE PERCHÉ CIAGLIAMO AIUTIAMO</u> • Quali capacità hai usato per fare quello che ti abbiamo chiesto nella scheda 3? <u>RICORDARE QUELLO CHE AVEVAMO SCRITTO</u> 	

Per una rivalutazione culturale dell'insegnamento

DESCRIZIONE DI ESPERIENZE

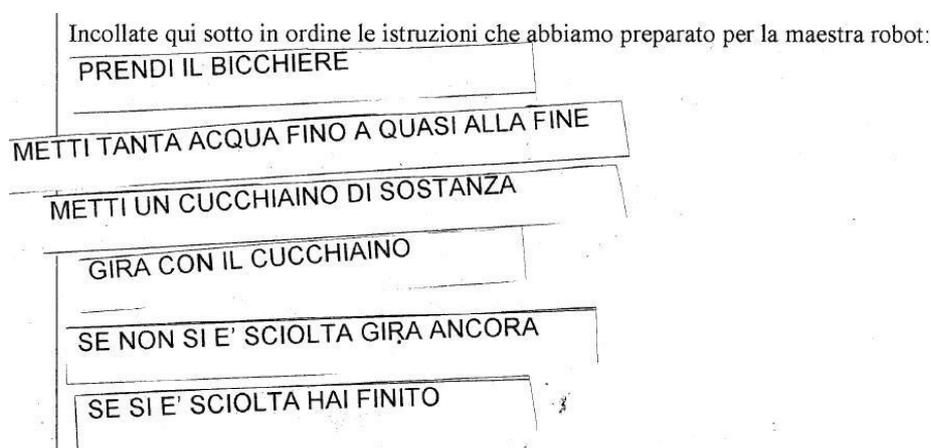
1. Progettazione e realizzazione di un'esperienza: dissoluzione di una sostanza solida in un liquido (acqua) nella scuola primaria e nella scuola secondaria

Il tema centrale dei progetti, come anticipato in precedenza, è quello della dissoluzione di una sostanza solida in un liquido.

Riteniamo che il laboratorio giochi un ruolo cruciale nell'apprendimento delle scienze, ma se le esperienze si riducono alla semplice manipolazione di oggetti e sostanze, esse non bastano a garantire legittimità alle nozioni impartite, non possono fornire un marchio di scientificità a quanto viene proposto e garantire che si realizzi apprendimento. Non è importante la quantità degli argomenti e degli esperimenti, mentre la qualità dei contenuti che si affrontano nelle esperienze è fondamentale.

E' opportuno che gli esperimenti pratici non solo vengano svolti in prima persona dagli alunni, ma anche che le modalità di tali esperimenti e le ragioni che hanno portato ad eseguirli siano evidenti e condivise. Ove possibile, quindi, è molto più significativo che siano gli alunni stessi a progettare, guidati dall'insegnante, l'esperienza da realizzare, piuttosto che limitarsi ad eseguire una "ricetta".

A titolo di esempio riportiamo qui di seguito la procedura condivisa elaborata in una prima elementare e in una seconda media.



I = versiamo nel becker circa 75 ml d'acqua

II = con il cucchiaino/dosatore versiamo la sostanza nell'acqua (si utilizza un cucchiaino di sostanza)

III = rimescoliamo con la scatolina presente nel cucchiaino/dosatore

IV = attendiamo qualche minuto (2 o 3)

V = verifichiamo se la sostanza si è sciolta o no

Nella primaria due insegnanti hanno guidato la classe verso la formulazione della procedura portando in aula due sostanze solubili (zucchero e sali da bagno colorati) e chiedendo: "Facciamo finta di dover scrivere le istruzioni per una maestra-robot che vuole provare se le sostanze che vedete si sciolgono in acqua". Un'insegnante è la maestra-robot (A), l'altra (B) registra alla lavagna le istruzioni impartite ad A dai bambini; A esegue fedelmente (come un robot) le direttive dei bambini e B corregge il testo alla lavagna aggiungendo e/o togliendo istruzioni in base al susseguirsi degli interventi.

Nella secondaria di I grado le stesse operazioni da svolgere sono state definite dopo un apposito lavoro individuale, seguito da un lavoro di gruppo, dall'esposizione e discussione a classe intera.

2. Formulazione di definizioni basate sull'osservazione ("sostanza solida solubile in acqua", "soluzione", "soluto", "solvente")

Uno dei principali obiettivi del nostro lavoro è avviare gli alunni alla capacità di produrre definizioni operative (ancorate ai fatti osservati e costruite attraverso il percorso didattico realizzato in classe) come formulazioni conclusive, negoziate e condivise di un concetto; ciò allo scopo di favorire la capacità di comprensione e di espressione linguistica in un processo di costruzione progressiva e consapevole della conoscenza.

Se si introducono definizioni che non corrispondono al lavoro che gli allievi hanno svolto e che non interagiscono con la struttura cognitiva di chi apprende, queste non potranno che essere memorizzate. E' ciò che spesso succede a scuola: le definizioni per gli studenti rispondono solo ad un'esigenza di caratterizzazione formale e vengono studiate come vuole l'insegnante; invece di favorire la concettualizzazione, la ostacolano, assecondando un apprendimento esclusivamente mnemonico.

Nell'interazione didattica l'insegnante non dovrebbe mai sottovalutare le problematiche relative alla comprensibilità del linguaggio che utilizza; la scarsa comprensibilità di ciò che propone genera nell'alunno l'abitudine a ripetere senza comprendere. Occorre che parta dal lessico dei propri alunni arricchendolo gradualmente con i termini specifici che vanno acquisendo significato concettuale per i propri allievi, con l'obiettivo di giungere alla costruzione di significati condivisi nella classe. Ecco allora che la definizione può uscire dal ruolo astratto che spesso le viene attribuito, per rappresentare una sintesi concettuale a conclusione del percorso.

Il ruolo della definizione diviene quello di fissare significati per permettere di condividerli, avendo chiaro, come insegnanti, che il suo carattere convenzionale la rende tanto più significativa quanto più chi la formula ne conosce i limiti di validità [16].

Le esperienze sono state eseguite utilizzando sostanze solubili e insolubili bianche e colorate.



Le definizioni che sono state elaborate sono quelle di “sostanza solida solubile in acqua”, “soluto”, “solvente”, “soluzione”.

Nelle illustrazioni due esempi riferiti alla primaria e alla secondaria di I grado. E' importante tenere presente che in entrambi i casi c'è un lungo lavoro che precede la formulazione di definizioni.

Una sostanza solida si
scioglie in acqua cioè è SOLUBILE,
quando non si vedono
più i granelli e non si vede
più la polvere sopra e in
fondo al bicchiere e il liqui-
do diventa trasparente
colorato o trasparente
incolore.

Per una rivalutazione culturale dell'insegnamento

Confrontate le vostre definizioni della scheda C2 individuale per arrivare ad una definizione condivisa di sostanza solida solubile in acqua. Scrivete anche ciò su cui non siete (eventualmente) d'accordo.

Gruppo 1: Una sostanza solida è solubile in un liquido quando la sostanza ad occhio nudo non si vede più perché si è sciolta e non ci sono residui, il liquido apparirà trasparente ma in realtà al suo interno vi è la sostanza sciolta.

Gruppo 2: Si dice che una sostanza solida è solubile in un liquido quando si scioglie in esso e diventa invisibile ma in alcuni casi da un colore e un gusto al liquido in cui è stata sciolta.

Gruppo 3: Si dice che una sostanza è solubile quando a contatto con l'acqua particella per particella si è amalgamata e non c'è più traccia della sostanza presa in considerazione. Ciò lo si può constatare guardando se nel becker c'è o non c'è la sostanza.

Gruppo 4: Una sostanza è solubile in acqua, come la sostanza k quando mescolata non si vede più.

Definizione finale condivisa: Una sostanza solida è solubile in acqua quando, aggiunta all'acqua e mescolata ad essa, scompare e, se era bianca, il liquido che rimane ha le stesse caratteristiche dell'acqua, se non era bianca assume il suo colore.

Le parti evidenziate in giallo nella seconda illustrazione anticipano il contenuto del prossimo paragrafo: la sostanza, una volta sciolta, è ancora presente nel liquido?

3. La sostanza “scompare” o “scompare alla vista”? Attività ed esperienze per verificare che la massa si conserva

Dai risultati ottenuti in tutte le sperimentazioni, a prescindere dall'ordine di scuola, nonché dall'esito di un questionario somministrato tempo addietro a una decina di classi di secondaria di II grado, è emerso che una percentuale significativa di studenti ritiene che durante il processo di dissoluzione di un solido in un liquido, poiché il solido “non si vede più”, anche la sua massa in qualche modo si riduca o si annulli. Questo ci ha fatto riflettere: l'enunciato della legge di Lavoisier è piuttosto semplice da memorizzare e apparentemente sembra ci sia ben poco da capire, ma quando si va ad applicare a situazioni reali non è tutto così scontato [17]. D'altronde è molto importante che i ragazzi acquisiscano questo concetto poiché rappresenta uno dei fondamenti della chimica e costituisce un requisito per la maggior parte dei percorsi didattici ad essa riconducibili.

Anche in questo caso è stato chiesto agli alunni di progettare un'esperienza per verificare le loro ipotesi a riguardo, l'esperienza è stata realizzata e sono stati confrontati i dati ottenuti con le ipotesi iniziali. In alcuni dei nostri progetti (scuola primaria) questa parte è stata molto ricca, coinvolgente per i bambini e determinante per la costruzione, nella fase successiva, di una corretta definizione di sostanza solida solubile in acqua.



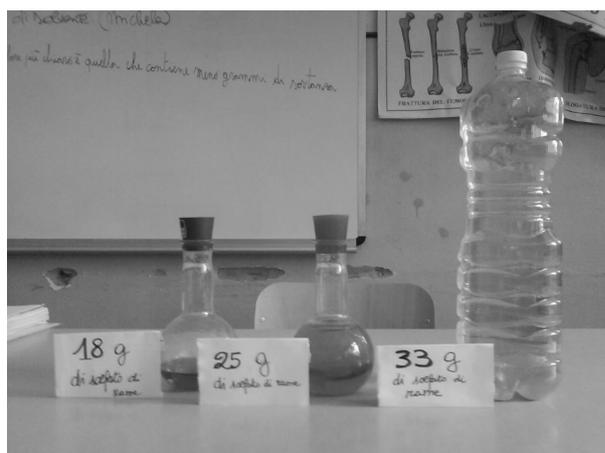
4. Concetti di concentrazione (rapporto) e di limite alla concentrazione di una soluzione (soluzione satura)

A partire dagli ultimi anni della primaria è possibile approfondire lo studio del fenomeno entrando nell'aspetto quantitativo del concetto di concentrazione, che può rappresentare anche un importante contesto di riferimento per dare concretezza al concetto matematico di rapporto.⁸

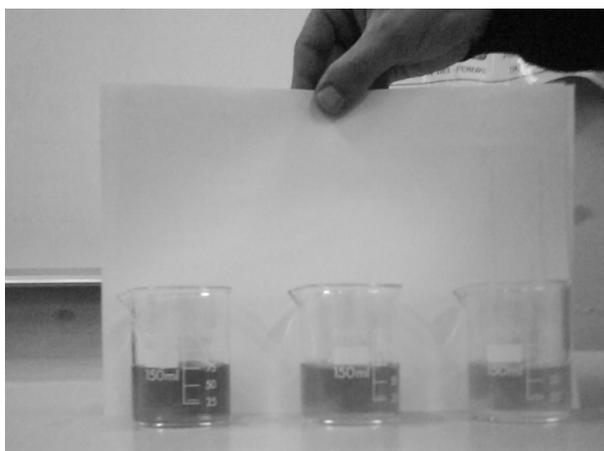
E' possibile introdurre la concentrazione partendo dalla scoperta del limite alla dissoluzione di una sostanza: in una classe di scuola media ben un terzo dei ragazzi era convinto del fatto che, in una determinata quantità di solvente, si potesse continuare ad aggiungere e sciogliere soluto all'infinito. Constatata la situazione, l'insegnante ha proposto agli alunni di progettare e realizzare un'esperienza per verificare le loro ipotesi, in modo da far emergere non solo che esiste un limite all'aggiunta progressiva di sostanza, ma che tale limite è caratteristico di ciascuna sostanza presa in esame.

In questo tratto di percorso sono state elaborate anche definizioni condivise di "soluzione satura", "corpo di fondo", "limite di solubilità".

Per introdurre la concentrazione, invece, è stata proposta la situazione-stimolo delle illustrazioni che seguono.



Nel lavoro individuale proposto quasi la totalità degli alunni collega la maggior intensità di colore alla maggior quantità di soluto e solo pochi alunni mettono in relazione la diversa intensità di colore con quantità differenti di soluto nella stessa quantità di solvente. Al termine del lavoro di gruppo e della discussione si concorda la seguente affermazione: "La soluzione di colore più intenso è quella che contiene la maggior quantità di solfato di rame, oppure più in generale la maggior quantità di soluto."



8. La costruzione di modelli in matematica è sicuramente favorita dall'utilizzo di contesti, che consentono di individuare connessioni importanti e significative tra matematica e realtà; in questo caso specifico il percorso didattico è diventato inevitabilmente interdisciplinare, perché occasione di riflessione sull'utilizzo indispensabile dei modelli matematici per l'identificazione delle relazioni tra le grandezze in gioco nella definizione di concentrazione. A proposito dell'importanza della matematica calata nei contesti si veda la pubblicazione: Dapuzo C., Parenti, L. (1999), 'Contributions and Obstacles of Contexts in the Development of Mathematical Knowledge', *Educational Studies in Mathematics*, 39, pp.1-21

Per una rivalutazione culturale dell'insegnamento

Subito dopo però, di fronte alle tre soluzioni di solfato di rame a diversa intensità di colore con le quantità di soluto trascritte su un'etichetta affiancata al contenitore stesso, gli alunni si rendono conto che la conclusione cui erano giunti nell'attività precedente è contraddetta dalla situazione sperimentale che stanno osservando. E si fa strada l'idea che è la relazione tra quantità soluto e quantità solvente che condiziona il colore della soluzione.

Nel frattempo l'attività sul concetto di rapporto, svolta parallelamente al lavoro sulle soluzioni, fornisce agli alunni il modello con cui esprimere in modo adeguato le relazioni tra quantità di soluto e solvente. Ad alcune richieste di fare previsioni sull'intensità di colore di soluzioni "virtuali", avendo fornito loro quantità definite di solfato di rame e di acqua, gli studenti, infatti, nell'argomentare le loro risposte fanno riferimento all'aspetto numerico e quindi al modello matematico: il calcolo del rapporto tra quantità di soluto e solvente di ogni soluzione, proposto dalla maggior parte degli alunni, viene riconosciuto come strumento di indagine e previsione dell'intensità di colore delle soluzioni, perchè 'misura' della quantità di soluto in ogni grammo di solvente.

Solo dopo la discussione dei lavori di gruppo tale rapporto tra i grammi di soluto e i grammi di solvente viene individuato come definizione di "concentrazione".

5. Ipotesi sulle variabili che influenzano la velocità del processo. Attività ed esperienze per verificarle; ruolo della temperatura

Tra le variabili che influenzano la dissoluzione di un solido in un liquido, la temperatura merita uno studio più attento per lavorare su un preconcetto dei ragazzi emerso in più occasioni durante lo svolgimento dei percorsi: alcune sostanze che non si sciolgono in acqua fredda potrebbero sciogliersi in acqua calda.

A questo proposito, l'insegnante può chiedere agli alunni di progettare un'esperienza per verificare se questa loro convinzione è confermata dal risultato sperimentale.

In alcune classi sono state progettate ed eseguite prove sperimentali al fine di determinare la solubilità di sostanze diverse a diverse temperature (0°C, 25°C e 50°C). I dati sono stati rappresentati su un piano cartesiano, e ponendo i grafici a confronto, si è constatato che, per le sostanze esaminate, in generale la solubilità aumenta all'aumentare della temperatura. L'osservazione delle curve di solubilità di diverse sostanze ricavate da libri di testo ha confermato che, in genere, la solubilità aumenta con la temperatura, ma vi sono casi in cui il comportamento è differente, e all'aumentare della temperatura la solubilità diminuisce.

Un approccio più generale allo studio delle variabili che influenzano il fenomeno della dissoluzione di un solido in acqua potrebbe partire con una domanda in cui si chiede agli alunni di formulare delle ipotesi. Successivamente, al termine della discussione, dopo aver scritto l'elenco delle variabili individuate, se ne potrebbero scegliere un paio sulle quali chiedere ai ragazzi di progettare un'esperienza per verificare se effettivamente influenzano il fenomeno. Il passo successivo sarebbe quello di realizzare le esperienze.

Questo lavoro consente di parlare delle "condizioni al contorno" in un esperimento e di avviare i ragazzi verso la consapevolezza che l'esito dipende dalle condizioni in cui si opera.

6. La dissoluzione: dal macro (descrizione) al micro (spiegazione)

Negli interventi didattici per la scuola superiore si è tentato di focalizzare l'attenzione degli studenti sulla correlazione tra gli aspetti macroscopici e microscopici nel processo di dissoluzione.

Rendere consapevoli gli studenti della necessità di approfondire l'interpretazione dei fenomeni dal punto di vista microscopico per poterne fornire una spiegazione, potrebbe motivarli verso lo studio delle teorie atomiche e dei legami chimici. Questi argomenti sono spesso posti all'inizio di un corso di chimica quasi come punti di partenza insostituibili ma in modo del tutto scollegato dalla realtà, mentre con il nostro approccio si partirebbe da semplici esperienze di laboratorio e da osservazioni macroscopiche, per poi giustificare il passaggio al microscopico e alle teorie atomiche e ai legami chimici come mezzi per poter interpretare i comportamenti macroscopici.

Si è partiti da semplici esperienze di dissoluzione in cui si sono analizzati parametri osservabili e misurabili quali volume e conducibilità che, al di là di valutazioni macroscopiche di tipo qualitativo, potessero stimolare i ragazzi ad ulteriore ricerca di spiegazioni.

La finalità era quella di mostrare come, ponendosi criticamente davanti a fenomeni apparentemente semplici quali quelli della dissoluzione, i ragazzi fossero spinti a porsi nuove domande e a rilevare aspetti del fenomeno che ad una prima analisi si è portati a trascurare.

Per far sì che gli alunni mettessero in relazione la dissoluzione di un solido con la formazione di interazioni soluto-solvente, si sono proposte osservazioni e riflessioni sul comportamento della massa e del volume nel processo di dissoluzione di un solido (solubile e non) in acqua e in alcol etilico (si considerano volume e massa di soluto, di solvente e di soluzione o sospensione finale).

Verificare la variazione di volume e la conservazione della massa del sistema dopo la dissoluzione del soluto nel solvente; ha consentito di far riflettere i ragazzi su alcuni fenomeni microscopici quali, ad esempio, la rottura di legami e la formazione di nuovi legami. Il passaggio macro/microscopico, però, è piuttosto complesso: richiede, infatti, capacità d'astrazione notevoli, capacità di formulare ipotesi su fenomeni non osservabili direttamente (microscopico)

che rendano conto dei comportamenti osservabili (macroscopico). Pertanto fornire ai ragazzi gli input adeguati ad effettuare, da soli, questo passaggio si è rivelato piuttosto difficile.

Per arrivare all'interpretazione microscopica dei fenomeni di dissoluzione sarebbe stata necessaria una guida più o meno marcata in funzione dei requisiti posseduti: avrebbero dovuto essere fornite consegne dettagliate, comprendenti anche rappresentazioni grafiche, che richiedessero espressamente la formulazione di ipotesi nei casi in cui queste capacità non fossero ancora adeguatamente sviluppate; sarebbe stato possibile utilizzare consegne meno dettagliate se invece i ragazzi avessero mostrato in precedenza elevate capacità di approfondimento nell'interpretazione dei fenomeni.

7. Elementi di valutazione

Premesso che ogni attività è stata pensata e costruita per perseguire specifiche abilità di base e pertanto si presta ad essere valutata già in fase di svolgimento, ciascun percorso didattico ha previsto momenti di valutazione in itinere e finali.

In itinere si è trattato soprattutto di analizzare lo svolgimento delle discussioni (numero e qualità degli interventi dei singoli e sviluppo delle capacità argomentative dei singoli e della classe) e degli elaborati individuali (ipotesi progettuali e interpretative) allo scopo di verificare il livello delle abilità/competenze raggiunto (uso della lingua per comunicare, descrivere, argomentare,...).

Nella scuola primaria il percorso è centrato principalmente sull'acquisizione di abilità linguistiche, quindi è opportuno valutare l'uso pertinente e consapevole in altri contesti delle parole e dei termini introdotti durante le attività (il concetto di solubilità ad esempio è stato usato spontaneamente da alcuni bambini per spiegare come le piante possano assorbire i sali minerali dalle radici).

Sia in itinere che alla conclusione del percorso viene proposta una verifica sommativa delle conoscenze acquisite (per esempio, nella scuola primaria sulla classificazione di oggetti secondo le categorie "trasparente" e "colorato"; nella scuola media e secondaria superiore quesiti sulla concentrazione o sui termini specifici introdotti durante il percorso).

Data la complessità del materiale didattico da valutare, tutti gli insegnanti hanno sentito l'esigenza di utilizzare precisi criteri di valutazione, da condividere anche con gli alunni a inizio percorso.

Alcuni criteri che possono essere utilizzati per valutare le prestazioni orali e scritte degli alunni, da adattare opportunamente al grado di scuola, sono:

- per il lavoro scritto individuale, che riteniamo debba contribuire per un 50% all'esito della valutazione finale: coerenza della risposta con quanto richiesto, capacità argomentativa, uso di un linguaggio appropriato, ...
- per il lavoro scritto di gruppo (30%): partecipazione, ascolto, capacità di autocritica, uso di un linguaggio appropriato, ...
- per gli interventi orali in discussione (circa 20%): partecipazione, ascolto, capacità di esposizione e sintesi, ...

LA VERTICALITÀ

I primi percorsi didattici sul tema della solubilità che abbiamo elaborato e sperimentato con i docenti che frequentavano la classe A059 della SSIS (Scuola di Specializzazione all'Insegnamento Secondario) erano rivolti ad alunni di scuola secondaria di I grado.

Successivamente, nell'ambito del Master di II Livello in Didattica delle Scienze che si è svolto presso l'Università di Genova (2006/2008) abbiamo avuto la possibilità di proporre percorsi analoghi anche nella scuola primaria.

I due progetti che abbiamo attuato nella secondaria di II grado, elaborati con specializzandi della classe A013, si sono svolti rispettivamente in una terza di un Liceo Scientifico Tecnologico ed in una quarta di un Liceo Artistico.

Il tema centrale delle proposte è rimasto quello del fenomeno della dissoluzione. Dalle esperienze che gli insegnanti e i futuri insegnanti partecipanti al corso hanno avuto in classi di scuola elementare, media e superiore, in parte riguardanti stessi contenuti e stesse abilità, sono emersi elementi di riflessione per una loro collocazione verticale, nella prospettiva di un futuro curriculum unitario per la chimica.

Siamo d'accordo con le Indicazioni DD/SCI [3] "Poiché nella scuola primaria non ci si propone di caratterizzare le singole discipline scientifiche, l'obiettivo curricolare è legato a un APPROCCIO SCIENTIFICO AL SAPERE e i contenuti sono fondamentalmente "di servizio" allo sviluppo delle abilità di base, essenziali per rendere gli alunni capaci di costruire il proprio sapere; pertanto essi saranno scelti tra quelli che creano meno ostacoli cognitivi, cioè quelli meno carichi di teoria. L'obiettivo della didattica laboratoriale o comunque della didattica delle scienze alla primaria non è l'acquisizione da parte dei bambini di contenuti scientifici né "del" metodo scientifico, quasi ce ne fosse uno ed uno solo, bensì l'acquisizione di una soggettività del bambino nel suo stesso processo di apprendimento."

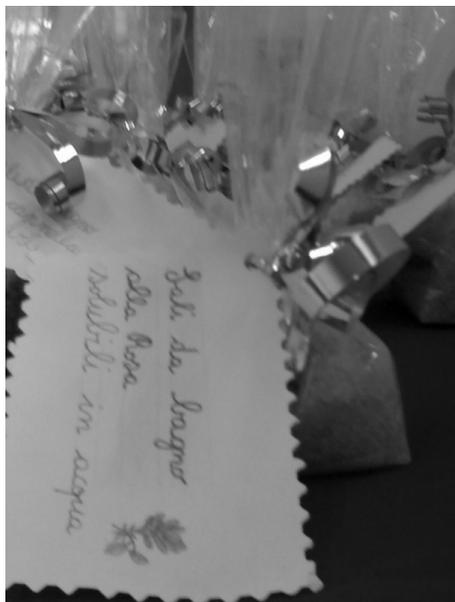
Nella primaria i bambini possono essere abituati con facilità ad un contratto didattico [18, 19] che, fin dalla prima classe, li porti ad affrontare consegne scritte per esprimere il loro pensiero, a descrivere e confrontare o a formulare ipotesi in relazione ai fenomeni oggetto di studio. I testi prodotti forniscono all'insegnante materiale per esplorare le concezioni dei bambini, per comprendere i processi mentali di ciascuno e per avere spunti da usare per discutere, confrontare, riprogettare continuamente il lavoro in relazione alla risposta dei singoli e della classe. I bambini, inoltre,

Per una rivalutazione culturale dell'insegnamento

devono essere abituati a discutere per costruire “socialmente” la propria conoscenza [20]. Riteniamo che ciò costituisca una condizione necessaria per l'applicazione della metodologia di lavoro che proponiamo.

D'altro canto, come già anticipato, il lavoro scritto e il lavoro in piccolo gruppo necessitano di essere introdotti gradualmente, poiché richiedono abilità (disciplinari e sociali) non sempre del tutto possedute dai bambini.

Le insegnanti di scuola primaria hanno anche rilevato, attraverso le loro esperienze con i bambini, la necessità di un riferimento costante alla realtà, (per esempio con la realizzazione di un prodotto finale).



La condizione necessaria affinché la motivazione all'apprendimento si mantenga è la comprensione ma anche il riferimento alla realtà, alla vita quotidiana è estremamente importante perché consente di “situare” i concetti acquisiti nei “campi di esperienza”⁹. Vergnaud, per i concetti matematici (ma non vi è ragione per non estendere la sua teoria ai concetti scientifici in genere) pone il “referente” cioè il riferimento alla realtà, come componente fondamentale del concetto¹⁰.

Come si legge anche nell'Introduzione alle Indicazioni DD/SCI, “Al livello della scuola secondaria di I grado, invece, incominciano a definirsi gli ambiti disciplinari essenzialmente attraverso i diversi oggetti dell'osservazione, le diverse metodologie di approccio e i diversi sistemi di comunicazione. Occorre avere molta cura, specie in questo primo ciclo, di lavorare sulle abilità logico-linguistiche non attraverso la proposizione di dosi eccessive di linguaggio specifico, ma tramite una progressiva azione di arricchimento del linguaggio naturale.”

Nella scuola secondaria di secondo grado, a seguito della netta differenziazione delle aree disciplinari e delle materie di insegnamento (Chimica, Fisica, Biologia e Scienze della Terra), andrebbero perseguiti, pur tenendo presenti gli elementi di trasversalità, obiettivi più strettamente disciplinari. Di fatto, anche gli alunni della secondaria di II grado sono risultati carenti in alcune abilità di base, il che ha reso necessario un intervento molto più simile a quelli per la secondaria di I grado di quanto non ci aspettassimo. Come già espresso in precedenza, riteniamo, infatti, che in assenza di adeguata enciclopedia cognitiva, l'alunno non possa che memorizzare nozioni, non essendo in grado di costruire nuove conoscenze.

9. Nel senso dato da P.Boero, “...per “campo di esperienza” si intende anzitutto un ambito dell'esperienza culturale dell'uomo in cui si attivano particolari comportamenti evocati dalle parole e dagli altri segni utilizzati per comunicare: l'espressione “ombre del sole” di per sé attiva immagini, ricordi, conoscenze sul fenomeno; la visione delle monete correnti (come la parola “moneta”) evoca esperienze di acquisto, ecc.; la scrittura $x^2-3x+2=0$ richiama, per tutte le persone che hanno frequentato la scuola superiore, una procedura per trovare le soluzioni di tale equazione...” in http://www5.indire.it:8080/set/set_linguaggi/materiali/parole/campo.html

10. Intendiamo riferirci alla definizione di concetto data da G. Vergnaud: “...considerare il concetto come una terna di insiemi:

C=(S,I,S)

S: l'insieme delle situazioni che danno senso al concetto (il referente)

I: l'insieme degli invarianti sui quali si basa l'operatività degli schemi

S: l'insieme delle forme linguistiche e non linguistiche che permettono di rappresentare simbolicamente il concetto, le sue proprietà, le situazioni e le procedure di trattazione (il significante).

Per studiare lo sviluppo e il funzionamento di un concetto, durante l'apprendimento e durante la sua utilizzazione, è necessariamente considerare volta per volta questi tre piani.” G. Vergnaud, La teoria dei campi concettuali.

L'esame dei risultati ottenuti dalle varie esperienze condotte ci ha permesso di verificare la grande valenza formativa del modo di operare in classe che proponiamo. Attraverso una continua attenzione al linguaggio e predisponendo appositi percorsi, l'insegnante può contribuire a far nascere negli alunni l'esigenza di associare alle parole i significati e stimolare un atteggiamento comprensivo, per guidare gli alunni, a partire dalla scuola di base fino alla secondaria superiore, verso l'autonomia cognitiva.

Riferimenti bibliografici

- [1] A.Borsese, M.Mascarino, P.Mittica, I.Parrachino (2009), *Indicazioni per una "Didattica Laboratoriale" formativa*, in corso di pubblicazione su UeS, Università e Scuola, n.1
- [2] A.Borsese (2005), *Sulla questione dell'individuazione delle idee degli allievi*, UeS, Università e Scuola, anno X, n.2/R, pp.26-32
- [3] DD/SCI, Commissione Curricoli (Ottobre 2008), *Indicazioni per il curricolo verticale di chimica*
- [4] L.Lumbelli (1996), *Il problema della soglia tra comprensione e incomprensione: linguistica e psicologia cognitiva*, in *Leggibilità e comprensione*, a cura di T. De Mauro et alii Linguaggi, 3, 3, pp.17-27
- [5] P.Boero, C.Dapueto, P.Ferrari, Pierluigi; E.Ferrero, R.Garuti, E.Lemut, L.Parenti, E.Scali (1995), *Alcuni aspetti del rapporto tra matematica e cultura nell'insegnamento-apprendimento della matematica nella scuola dell'obbligo*, International conference "Psychology of Mathematics Education"
- [6] A.Borsese (2001), *Il problema della comunicazione a scuola e la scelta dei contenuti*, in *Orientamenti Pedagogici*, 48, pp.223-234
- [7] A.Borsese (1998), *Il problema della comunicazione nella didattica e la questione della formazione degli insegnanti*, in *Fondamenti Metodologici ed Epistemologici, Storia e Didattica della Chimica*, vol. 1, a cura di E.Niccoli. P.Riani. G.Villani, S.T.A.R., Pisa, pp.179-275
- [8] Y.Chevallard (1985), *Trasposizione didattica: dal "sapere sapiente" al "sapere insegnato"*
- [9] L.S.Vygotskij (1990), *Pensiero e linguaggio*, a cura di Luciano Mecacci, quinta edizione Editori Laterza, Bari
- [10] M.G.Bartolini Bussi, M.Boni, F.Ferri (1995), *Interazione sociale e conoscenza a scuola: la discussione matematica*, rapporto tecnico N° 21 – Nucleo di ricerca in Storia e Didattica della Matematica Pura ed Applicata, Università degli Studi di Modena, Centro Documentazione Educativa Comune di Modena – Settore Istruzione, pp.11-13
- [11] A.Borsese (1999), *Competenza comunicativa, competenza linguistica e insegnamento (con alcune considerazioni sul lessico chimico)*, in *Università e Scuola. Problemi trasversali e ricerca didattica*, Periodico Concured, anno IV, n.1/12, pp.29-34
- [12] A. Borsese (2004), *Verso una dimensione culturale dell'insegnamento scientifico*, *Insegnare* n.2-3, pp.30-35
- [13] Gruppo di Ricerca in Didattica della Matematica (1996), *Bambini, Maestri, Realtà: un progetto per la scuola elementare, Rapporto tecnico*, quinta edizione, vol 1, Centro Stampa del Dipartimento di Matematica dell'Università di Genova, p.2 e seg.
- [14] L.S.Vygotskij (1987), *Il processo cognitivo*, Boringhieri Ed., Torino, pp.46-47
- [15] L.S.Vygotskij (1973) *Lo sviluppo psichico del bambino*, Roma, Editori Riuniti
- [16] A.Borsese (2004), *La definizione nel processo di insegnamento-apprendimento: sintesi concettuale o insieme di parole da ricordare a memoria?*, CnS, *La Chimica nella Scuola*, novembre-dicembre, pp.157-160
- [17] A.Borsese, J.Mendoza, L.Lleite (2002), *Influencia de la percepción en la conservación de la masa: un estudio con alumnos italianos, españoles y portugueses*, *Actas de los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, La Laguna, pp.173-182
- [18] A.Mercier (1997), *La relation didactique et ses effects*, in C.Blanchard-Laville (ed), *Variations su leçons de mathématiques à l'école "L'écriture des grands nombres"*, Paris, l'Harmattan
- [19] G.Brousseau (1989), *Utilité et intérêt de la didactique pour un professeur de collège* in *Petit x* n°21 pp.47-68, Grenoble
- [20] P.Cobb (1997), *Descrizione dell'apprendimento nel contesto sociale della classe*, *Educ. Mat.*, 18, No. 3, pp.125-142

Riflessioni sul curricolo di chimica per la scuola secondaria di primo grado

Alessandro Pezzini*, Daniela Sorgente**

*I.C.Scandicci III, sc. sec. primo grado "Fermi"-Fi

** Sc. sec. primo grado "Pieraccini, Rosselli, Verdi"-Fi

Riassunto

Nell'affrontare la progettazione di un qualsiasi percorso didattico relativo alle scienze sperimentali il docente di scuola secondaria di primo grado deve partire da una profonda riflessione, principalmente sulla metodologia da adottare per l'apprendimento, ma anche sulla scelta dei più adeguati contenuti da proporre. Data la formazione della stragrande maggioranza dei docenti, il compito risulta particolarmente arduo quando si intendono affrontare temi e concetti di ambito fisico-chimico.

Le "Indicazioni per il curricolo verticale di chimica" proposte dalla Divisione Didattica della Società Chimica Italiana (DD/SCI) vengono incontro alle esigenze di progettazione dei docenti e costituiscono, a nostro avviso, un documento redatto in forma innovativa rispetto a precedenti indicazioni e, pur specificando in modo abbastanza dettagliato le competenze e le metodologie da seguire, lascia all'insegnante libertà nella programmazione dei propri percorsi. I contenuti sono scelti in una visione che permette all'alunno di partecipare al processo di insegnamento/apprendimento in modo attivo.

Vengono da noi avanzate osservazioni su alcuni punti specifici di queste "Indicazioni..." ed evidenziati passaggi che potrebbero dare adito a più di una interpretazione o potrebbero causare nel docente incertezza sul come perseguire la costruzione delle competenze.

Infine, per dare concretezza all'utilità di poter seguire suggerimenti fondati presenti sulle "Indicazioni..." emerse dalla ricerca didattica, abbiamo voluto inserire due esempi di percorsi progettati e realizzati riferiti alle competenze del curricolo proposto: il primo riguarda le sostanze acide e basiche, il secondo riguarda lo studio dei miscugli tra sostanze ed in particolare delle soluzioni.

Introduzione

La chimica costituisce una parte importante nell'apprendimento delle scienze sperimentali nella scuola secondaria di primo grado. Nell'affrontare il suo insegnamento, però, il docente si trova a dovere risolvere una serie di problemi che lo porteranno poi, in sede di programmazione, a dovere operare scelte adeguate.

La prima difficoltà è che la chimica "opera" a livello microscopico. Abbiamo ricordi di quando ci siamo avvicinati alla chimica come studenti, sia alle scuole superiori che all'università: il punto di partenza è stato sempre lo studio della struttura dell'atomo, le particelle che lo costituiscono e via dicendo. Il messaggio implicito che è stato recepito è che *non è possibile iniziare a ragionare di chimica senza sapere come è strutturato un atomo.*

Il docente di materie scientifiche quindi, per sua formazione, è abituato a vedere il mondo chimico nella sua globalità, e a considerare il punto di vista microscopico in ogni aspetto della disciplina e ad utilizzarlo per spiegare i fenomeni chimici. *Tale approccio però non è adatto ad essere utilizzato a livello di scuola secondaria di primo grado*, come vedremo meglio più avanti, in quanto gli alunni non hanno gli strumenti per comprenderlo. Alcuni aspetti, però, come l'osservazione delle caratteristiche della materia e delle sue trasformazioni *possono essere indagati ad un livello macroscopico* e sono quindi comprensibili per gli alunni di questa fascia di età; altri, come la struttura della materia e l'elaborazione di modelli in grado di dare ragione dell'avvenire di tali trasformazioni, devono essere studiati ad un livello microscopico e quindi astratto e non sono proponibili ad alunni di 11-13 anni.

Il docente deve quindi ripensare la chimica alla luce di ciò che può essere ragionevolmente presentato agli alunni, ripercorrendo anche il cammino storico attraverso il quale la chimica si è affermata come Scienza: come è noto la Chimica è, mano a mano, divenuta una scienza partendo dalle pratiche alchemiche, che si fondavano sul procedere per tentativi, passando attraverso

l'invenzione di tecniche e strumenti per manipolare la materia, sul meditare e prendere atto delle manifestazioni del principio di "causa-effetto". Ad un certo momento queste speculazioni, un po' di natura pratica, un po' filosofica, hanno iniziato ad avvalersi della *misura* come porta d'accesso verso ciò che non si può direttamente osservare dal punto di

vista prettamente macroscopico. A tal proposito esiste ormai un'ampia bibliografia¹ attraverso la quale chi si occupa di ricerca e sperimentazione didattica da molti anni dibatte e giustifica tali argomentazioni. Riteniamo che accompagnare gli allievi attraverso tali tappe, dia maggior significato e spinta motivazionale al loro futuro accostarsi alla Chimica, materia che ai più appare astratta e difficilmente comprensibile.

La scelta della metodologia e dei contenuti

In base a quanto detto troviamo che il docente si trova a dovere affrontare un processo di revisione delle proprie conoscenze, per potere impostare una sensata didattica della chimica a livello di scuola secondaria di primo grado; tale processo non è semplice, come non è semplice farlo penetrare e renderlo solido e stabile nella coscienza collettiva dei docenti.

Nella sua programmazione annuale il docente dovrà procedere ad una adeguata scelta di contenuti accompagnata da fondate scelte metodologiche. *E' quindi necessario, per prima cosa, riflettere su quale metodologia si vuole utilizzare per proporre la disciplina: solo dopo si potrà decidere quali concetti affrontare.*

Come viene insegnata la chimica attualmente nelle scuole secondarie di primo grado? Quale metodologia, quali contenuti vengono comunemente utilizzati? La maggior parte dei docenti sostanzialmente fa riferimento al libro di testo. Per inciso, non andiamo a criticare che l'insegnante si avvalga dell'uso di un testo, ma, dall'analisi dei testi in commercio, si può verificare che l'impostazione, riguardo alla chimica, non risponde affatto alle argomentazioni sopra esposte; facendo una comparazione tra la maggior parte dei prodotti in commercio si osserva un appiattimento sopra uno standard riconducibile ad un percorso del tipo: atomo-elemento-tavola periodica-composto-formula chimica-reazione chimica. L'ossatura teorica tra un testo ed un altro differisce di poco, specialmente per quanto concerne la scelta dei temi trattati. In questi testi ricorrono modellizzazioni a palline per tentare di spiegare struttura atomica, legame chimico, reazioni, strutture molecolari, e in paragrafi di poche righe vengono trattati concetti assolutamente improponibili a livello di scuola secondaria di primo grado: in un testo abbiamo trovato addirittura l'energia di attivazione. Insomma, in molti libri di testo di scienze della scuola secondaria di primo grado si può trovare tutta la chimica che si tratta nella scuola secondaria di secondo grado o ad un primo anno di università, solo in "formato ridotto", compresso, banalizzato.

Eppure le ultime "Indicazioni..." ministeriali del 2007, ma già anche le precedenti del 2004, limitavano i contenuti da trattare alle trasformazioni chimiche e a sostanze acide e basiche. In questo senso quindi *i libri di testo attuali non sono conformi nemmeno alle indicazioni ministeriali, anzi sono fuorvianti per il docente.*

Se un docente si riferisce allora, anziché al libro di testo, alle attuali "Indicazioni..." ministeriali, quali suggerimenti trova per programmare il proprio lavoro? Tali "Indicazioni..." sono piuttosto succinte e generiche e sono formulate in termini di competenze ed obiettivi da raggiungere; ad esempio, al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado è richiesto: *"Completare la costruzione del concetto di trasformazione chimica, effettuando esperienze pratiche diversificate, utilizzando alcuni indicatori, ponendo l'attenzione anche sulle sostanze di impiego domestico. Ad esempio: reazioni di acidi e basi con metalli, soluzione del carbonato di calcio, alcune reazioni di neutralizzazione, combustione di materiali diversi, eccetera."*

Nel momento in cui un insegnante decide mettere in atto un percorso didattico sulla Chimica secondo le "Indicazioni..." nazionali vigenti, è obbligato ad operare una scelta di contenuti e concetti. A nostro avviso tali indicazioni sono, da una parte, assai "pericolose" in quanto c'è il rischio che il docente tratti le trasformazioni chimiche come un insieme di nozioni che per l'alunno sono senza fondamento; d'altra parte però le stesse indicazioni, non essendo restrittive, bensì generiche, offrono al docente la libertà di scegliere di *inserire nella programmazione lo svolgimento di contenuti che sono comunque correlati con i concetti citati*, fermo restando però il problema di come presentarli agli allievi della scuola secondaria di primo grado ad un primo, un secondo o un terzo anno.

Ecco che l'insegnante viene investito di un grosso carico di responsabilità e cioè di non far perdere l'occasione ai suoi allievi di sviluppare quell'innata spinta alla curiosità e alla voglia di indagine che troppo spesso viene mortificata proprio dalla Scuola. Nello stesso tempo l'insegnante dovrà non solo fare scelte di contenuti adeguati ai suoi allievi, ma dovrà attingere a tutte le sue competenze, allo scopo di formulare percorsi che rispondano a *metodologie di insegnamento efficaci*. Infatti le "Indicazioni..." ministeriali propongono i concetti da trattare ma non suggeriscono dettagliate indicazioni metodologiche su come affrontarli in classe.

Abbiamo detto che le scelte di fondo sono principalmente metodologiche. Quindi, quale metodologia utilizzare?

1. Per dare alcuni tra tanti riferimenti:

E. Torracca, *Contenuti educativi delle teorie chimiche classiche*. In *Storicità e attualità della cultura scientifica e insegnamento delle scienze*, a cura del C.I.D.I. di Firenze, Marietti-Manzuoli, 1986

L. Paoloni, *Il passato delle teorie strutturali nel presente della chimica*, in *Storicità e attualità della cultura scientifica e insegnamento delle scienze*, Marietti-Manzuoli, Firenze, 1986

<http://www.csi.unian.it/educa/storia/macromic.html>

Riflessioni sul curriculum di chimica

Principalmente l'insegnante deve creare un ambiente di apprendimento tale che l'alunno sia coinvolto in prima persona e sia lui stesso che durante la costruzione comune del processo di insegnamento/apprendimento chieda "e adesso cosa succede?" "e ora cosa facciamo?". Questo ambiente di apprendimento è il "laboratorio" che molti docenti confondono con il mostrare agli alunni qualche esperimento su un argomento già affrontato sul libro: il laboratorio costituisce una metodologia, e non va confuso con l'andare nell'aula di scienze. La metodologia laboratoriale prevede l'utilizzo dell'aula di scienze per eseguire esperienze che devono affrontare un problema suggerito agli alunni o che è nato dagli alunni stessi, i quali devono sapere che si va in aula di scienze con un preciso obiettivo di lavoro. In questo scenario il libro di testo dovrebbe essere un ausilio che fornisce spunti, materiali e schede di lavoro, invece anche i testi che hanno una impostazione più sperimentale in realtà sono un prontuario di esperimenti forniti con descrizioni puntuali, dove viene detto cosa si fa, quali sono le osservazioni e anche le conclusioni che si devono trarre: si tratta di vere e proprie ricette dal risultato garantito!

E per quanto riguarda i contenuti, quali affrontare? Una volta scelto l'argomento generale da trattare secondo l'approccio metodologico descritto, la scelta dei contenuti specifici viene di conseguenza. Il docente si deve chiedere: quali contenuti posso affrontare in classe con una metodologia di tipo laboratoriale, nella quale l'alunno apprende per scoperta e per problemi e apprende comprendendo? La costruzione di un sensato curriculum di chimica deve partire da questa domanda.

Ad esempio: perché un alunno di scuola secondaria di primo grado dovrebbe imparare il modello atomico e l'energia di attivazione? Ogni contenuto proposto dal docente deve corrispondere ad una necessità dell'alunno, deve rispondere a domande che l'alunno si pone, risolvere un suo problema e spiegare fenomeni che cadono sotto la sua diretta esperienza. Solo così l'alunno può apprendere in modo significativo concetti che possono poi generare competenze. Nel caso contrario l'alunno non riesce ad impadronirsene, i concetti rimangono per lui verità cadute dall'alto e non potendosi collegare né all'esperienza dell'alunno né a concetti già in suo possesso non diventeranno mai competenze.

La costruzione di percorsi di chimica

Il curriculum verticale messo a punto dalla Commissione Curricoli della Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana (DD/SCI) per tutti i livelli scolari preuniversitari, e quindi anche per la scuola secondaria di primo grado, riprende e amplia le Indicazioni ministeriali del 2007 per quanto riguarda la chimica. Intanto non si tratta di un vero curriculum, la cui costruzione viene chiaramente lasciata al docente (autonomia scolastica), ma di indicazioni per la costruzione di percorsi di chimica sostenibili dagli allievi a cui sono rivolti, ancorate alle più recenti ricerche didattiche nel settore. Queste indicazioni per il curriculum presentate dalla DD/SCI mostrano una articolazione precisa dei concetti espressi in termini di competenze che l'alunno deve raggiungere e queste poi vanno declinate dal docente in termini di conoscenze e abilità per la programmazione dei propri percorsi didattici. I nuclei fondanti individuati a cui sono ancorate le competenze sono essenzialmente due: "Natura e struttura della materia" e "Trasformazioni della materia".

Tale scelta ci pare che sia il frutto di una riflessione sensata: infatti per riconoscere una trasformazione sarà opportuno che l'alunno prima indaghi sulle molteplici forme nelle quali le sostanze si presentano davanti ai suoi occhi, e in seguito osservi quali trasformazioni macroscopiche tali sostanze possono subire.

Prendendo in esame l'articolazione delle indicazioni per il curriculum di chimica, nella coniugazione di questi due nuclei fondanti emerge però un aspetto: nel primo nucleo fondante si parla di "struttura della materia" e nel secondo di "trasformazioni della materia" e questi si traducono rispettivamente, per la scuola secondaria di primo grado, nella formulazione di due competenze, la numero 6 del primo nucleo e la numero 2 del secondo nucleo su cui è opportuno soffermarsi. La prima delle due dice: *"interpreta gli stati fisici della materia e la formazione di miscele in termini di aggregazione di particelle"*; la seconda dice: *"fornisce una prima interpretazione delle osservazioni di trasformazioni in termini di un modello particellare"*.

Abbiamo già detto riguardo la necessità del riferirsi comunque agli aspetti macroscopici della chimica, senza prendere in esame caratteristiche microscopiche che, non cadendo sotto l'esperienza diretta dell'alunno, rimarrebbero per lui solo concetti astratti; inoltre, dal momento che l'alunno deve costruire la propria conoscenza comprendendo i fenomeni che osserva, non tutto ciò che l'alunno può osservare può essere da lui compreso. Partendo da questi presupposti è quindi coerente coniugare per la scuola secondaria di primo grado i nuclei fondanti anche in termini di struttura della materia?

Per gli alunni lo studio della materia può spesso presentare delle difficoltà. Ad esempio, il concetto di liquido è quello che più facilmente gli alunni apprendono fin dalla scuola primaria; invece risultano loro più ostici i solidi e soprattutto gli aeriformi: per quanto riguarda gli aeriformi riesce loro difficile pensare che i gas abbiano una materialità; nei solidi la difficoltà è che polveri e solidi deformabili (come stoffa, cotone, carta) non corrispondono al concetto di solido come struttura rigida che gli alunni di solito hanno.

Anche se l'utilizzo dei cosiddetti modelli "a palline" può essere utile per rappresentare le differenze di aggregazione tra i tre diversi stati della materia è sempre l'insegnante che lo propone. In definitiva il modello particellare della materia rimane sempre, per l'alunno, un insieme di concetti astratti: l'alunno tende a conservare le proprie convinzioni a riguardo, perché i concetti trattati non hanno agganci con le conoscenze in suo possesso; il modello è qualcosa che viene

dall'alto e non è da lui verificabile. Inoltre in genere gli alunni tendono ad attribuire alle particelle (microscopiche) le stesse caratteristiche (macroscopiche) della materia (colore, dilatazione, passaggi di stato). A volte sono indotti a confondersi tra particelle e granelli di polveri. In conclusione, a nostro avviso l'interpretazione della struttura della materia (particellarità) in definitiva può essere rimandata alla scuola secondaria di secondo grado.

Procedendo con l'esame delle competenze delineate nelle indicazioni per il curricolo proposto, si può notare che *fanno ampio riferimento all'osservazione di aspetti fenomenologici della chimica*, mettendo in risalto allo stesso tempo l'esigenza del coinvolgimento attivo dell'alunno che "descrive", "esegue", "interpreta", "definisce" e "riconosce", costruendo così il proprio sapere e apprendendo in modo significativo e ciò è pienamente condivisibile.

Abbiamo visto poi che le "Indicazioni" ministeriali erano criticabili in due caratteristiche: una certa vaghezza che può lasciare troppo spazio ad una errata interpretazione; una scarsità di indicazioni metodologiche che può causare nel docente incertezza sul come perseguire la costruzione delle competenze. In questo senso quindi abbiamo proseguito la lettura del curricolo proposto dalla DD/SCI, evidenziando passaggi che possano dare adito a più di una interpretazione.

Alcune competenze sono accompagnate da elenchi di obiettivi nei quali vengono esplicitati alcuni esempi e poi si lascia in sospenso con dei puntini: aver completato l'elenco avrebbe evitato che i puntini possano lasciare spazio ad affrontare concetti o ad utilizzare procedure non adeguate o che in corrispondenza delle competenze vengano formulati obiettivi di conoscenza e abilità inadeguati.

D'altra parte occorre anche riflettere sul fatto che se tutte le competenze fossero state coniugate in obiettivi di conoscenza e abilità si ...sarebbe rubato il mestiere agli insegnanti (!): nella scuola dell'autonomia sono gli insegnanti che devono essere in grado di formulare gli obiettivi in relazione alla progettazione dei propri percorsi didattici.

Si possono fare anche osservazioni, a nostro avviso migliorative, in alcuni punti specifici delle Indicazioni per il curricolo di chimica: la Tab.1 riporta le nostre proposte, con le variazioni evidenziate in corsivo. Riteniamo che alcune competenze possano essere meglio specificate inserendo elenchi (di volta in volta di proprietà, procedure, trasformazioni, osservazioni) per una maggiore chiarezza. Inoltre per quanto detto in precedenza crediamo opportuno rimandare alcune competenze alla scuola secondaria di secondo grado e quindi eliminare nel primo nucleo fondante la competenza 6 *"interpreta gli stati fisici della materia e la formazione di miscele in termini di aggregazione di particelle"* e nel secondo nucleo fondante la competenza 2 *"fornisce una prima interpretazione delle osservazioni di trasformazioni in termini di un modello particellare"*.

Inoltre la competenza 1 del primo nucleo fondante che enuncia *"l'alunno si rende conto che la materia si presenta sotto tre stati fisici"*, visto il curricolo proposto dalla Commissione Curricoli della Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana per la scuola primaria, sembra più un prerequisito che una competenza da raggiungere nella scuola secondaria di primo grado e quindi a nostra avviso non rientra nelle competenze.

Due esempi di percorsi didattici

Al fine di dare concretezza all'utilità di poter seguire suggerimenti fondati presenti su "Indicazioni.." emerse dalla ricerca didattica, abbiamo voluto qui inserire due esempi di percorsi che si riferiscono alle competenze del curricolo proposto dalla DD/SCI.

Il primo riguarda le sostanze acide e basiche. La competenza a cui si riferisce riporta: *"l'alunno definisce e riconosce operativamente sostanze acide e basiche, soprattutto con riferimento al quotidiano, facendo uso di indicatori e della scala di pH come scala di comparazione (colore/numero) tra acidi e basi e sali neutri"*.

Il docente, nella costruzione della propria programmazione annuale, *declina per prima cosa questa competenza in termini di conoscenza ed abilità*, tenendo ben presente la metodologia da seguire che viene suggerita: l'alunno lavora a livello sperimentale, concreto e con in riferimento a quanto cade nella propria sfera di esperienza quotidiana. Il docente quindi non entrerà nel merito del significato microscopico dell'acidità e della basicità delle sostanze riferite a formule e utilizzerà come punto di partenza sostanze note all'alunno (latte, succo di limone, acidi e basi di uso domestico).

Le conoscenze e le abilità acquisite dall'alunno al termine del percorso sono:

- osserva e descrive le caratteristiche macroscopiche di alcune sostanze acide e basiche (succo di limone, bicarbonato di sodio);
- utilizza correttamente indicatori della scala di pH distinguendo le sostanze proposte in acide, basiche e neutre;
- esegue neutralizzazioni di sostanze acide e basiche;
- identifica i sali come sostanze formate dall'unione di sostanze acide e basiche;
- fornisce esempi di sostanze acide e basiche e di sali tratte dall'esperienza quotidiana e dal lavoro condotto in laboratorio.

Il percorso si svolge in più fasi. Nella *prima fase* il docente indaga sulle conoscenze degli alunni riguardo i concetti di acido e base. Solitamente, mentre gli alunni hanno un concetto di sostanza acida come di sostanza che è aspra al gusto e corrosiva verso altre sostanze, non posseggono ancora un concetto di sostanza basica. La situazione problematica da risolvere è: cosa sono gli acidi e le basi? Come si comportano? Generalmente i problemi restano aperti e in una *seconda fase* il docente invita gli alunni a portare a scuola sostanze di comune utilizzo casalingo (latte, vino, aceto, frutta, verdu-

re, detersivi), e ne propone altre (ammoniaca, acido cloridrico, idrossido di sodio) invitando gli alunni a compiere una prima esplorazione delle sostanze (ad esempio possono provare la differenza della sensazione che lasciano sulla pelle il succo di limone e il bicarbonato di sodio disciolto in acqua); in seguito utilizzano un indicatore sulle sostanze che hanno portato e il docente si occupa della natura delle sostanze pericolose. Alla fine del lavoro arrivano ad una definizione operativa di acidità e basicità: una sostanza è acida, basica o neutra in base al colore che fa assumere all'indicatore.

In una *terza fase* gli alunni scoprono che anche le sostanze basiche possono essere corrosive (ad esempio il docente può trattare con la soluzione di idrossido di sodio la comune carta di alluminio utilizzata in cucina facendo osservare ciò che accade); che sostanze acide e basiche si neutralizzano a vicenda (gli alunni sperimentano come varia il pH di sostanze acide se vi si aggiungono sostanze basiche o viceversa, aggiungendo ad esempio bicarbonato di sodio all'aceto); che sostanze acide e basiche messe insieme formano sostanze che si chiamano sali (il docente può unire un po' di soluzione di acido cloridrico con soluzione di idrossido di sodio, inserendo poi in una capsula di porcellana e facendo evaporare si ottiene cloruro di sodio). Una quarta fase consiste nel chiedere agli alunni di registrare sul loro "diario di bordo" i risultati delle esperienze giungendo ad una prima concettualizzazione; la discussione con l'insegnante porterà alla concettualizzazione finale, che viene operata dagli alunni sotto la guida del docente e riportata, se necessario, sul loro "diario".

Il secondo esempio riguarda lo studio dei miscugli tra sostanze ed in particolare delle soluzioni.

Si riferisce alla seguente competenza delle "Indicazioni.." della DD/SCI :"(l'allievo) *riconosce le soluzioni acquose dalle miscele eterogenee sulla base della proprietà macroscopica della trasparenza, ne descrive le caratteristiche osservabili (trasparenza, eventuale colore) e fa uso dei termini solvente e soluto; fa esperienza di alcuni tipi di soluzione (solido/liquido, liquido/liquido, liquido/gas) e utilizza i procedimenti per separarne alcune (distillazione per le soluzioni liquido/liquido: evaporazione per le soluzioni solido/liquido; ebollizione per le soluzioni liquido/gas); esprime la concentrazione di soluzioni in termini di g/g, g/ml, ml/ml e determina la solubilità di alcuni sali come grandezza caratteristica di una sostanza.*" Nel mettere a punto il nostro percorso abbiamo tenuto conto anche del lavoro di recente pubblicazione².

La prima fase consiste nel far preparare alcuni miscugli agli alunni fatti con materiali a loro comuni (iniziando da quelli *solido/solido*) e chiedendo loro di risepararli riportando la situazione allo stato iniziale. Nel rendersi conto di quanto non sia banale la consegna saranno approfondite alcune delle tecniche di separazione...in particolare quelle utili al raggiungimento dell'obiettivo. L'indagine passa dall'evidenziare le caratteristiche osservabili dei vari componenti e se queste si mantengono o meno nel miscuglio (...si osserva che si mantengono); inoltre si indaga sull'aspetto quantitativo...possiamo mescolare i componenti in tutte le proporzioni? In questa fase gli alunni hanno il compito di maneggiare direttamente le sostanze e gli strumenti: nel "fare e disfare" impareranno ad eseguire una filtrazione con il filtro a pieghe, osserveranno la sospensione e la decantazione, separeranno la segatura dalla sabbia utilizzando la schiumatura e potranno comprendere che qualunque processo di separazione può avvenire se riusciamo ad individuare e sfruttare caratteristiche specifiche di una sostanza tra le altre. Il ferromagnetismo per separare la limatura di ferro dal sale con una calamita; il diverso peso specifico della segatura rispetto alla sabbia, tanto che la segatura galleggia e la possiamo "schiumare"; infine il fatto che il sale che si scioglie nell'acqua lo possiamo separare dalla sabbia e riottenere... attraverso la vaporizzazione.

Nella *seconda fase* si amplia l'esperienza considerando miscugli liquido/liquido e liquido/gas. Gli allievi fanno esperienza che i liquidi non si mescolano tra di loro sempre nello stesso modo studiando miscugli acqua/olio e acqua/alcool etilico. Dalla discussione emergono i seguenti concetti: mescolando acqua e olio si osserva la formazione di un miscuglio eterogeneo formato da due liquidi non miscibili, uno di p_{sp} minore che galleggia (olio) e uno di p_{sp} maggiore sottostante (acqua): si tratta di una **sospensione**. I due liquidi per agitazione formano quella che si chiama **emulsione**, cioè una momentanea miscelazione olio/acqua, che però, lasciando a riposo, riforma il miscuglio che si aveva in partenza. I due componenti sono chiaramente riconoscibili ad occhio nudo e ognuno mantiene le caratteristiche macroscopiche proprie. Sotto forma di sospensione potranno essere facilmente separati mediante un imbuto separatore o per aspirazione del liquido sovrastante. Mescolando acqua e alcool etilico si ottiene una *miscela omogenea* in cui un liquido non è più riconoscibile rispetto all'altro: si tratta di una **soluzione**. Si esaminano le ipotesi avanzate dagli allievi per controllare se era scaturita la parola "distillazione" come forma di separazione.... *Si fa presente che nessuno dei metodi di separazione fin qui incontrati (filtrazione, decantazione,...) è in grado di separare i componenti di una soluzione. Vedremo infine come si possono separare liquidi tra loro miscibili mediante una distillazione.*

Infine possiamo avere anche miscele omogenee acqua /gas o più genericamente liquido/gas: un esempio comune sono le nostre bottiglie di acqua minerale gasata naturale o meno. Si può aggiungere che il gas disciolto nell'acqua è biossido di carbonio, uguale a quello che emettiamo nella nostra respirazione.

Nella *terza fase* vengono approfondite le soluzioni a partire da quelle generate da un sale sciolto in acqua. Utilizzando un sale colorato (per esempio il solfato di rame) iniziamo a scioglierne quantità sempre maggiori nello stesso volume di acqua. Si traggono le seguenti conclusioni:

² F.Olmi, M.G. Cosenza, A. Pezzini, *Di cosa son fatte le cose?*, CnS -La Chimica nella scuola, Anno XXX, n. 4, 2008, p. 62.

a) il colore della soluzione si fa sempre più intenso all'aumentare della quantità di solido disciolto...possiamo rendere quantitativa tale percezione visiva determinando di volta in volta il rapporto tra sale sciolto e volume di acqua, pervenendo al concetto di **concentrazione**.

b) Anche se il colore diventa più intenso, il miscuglio si mantiene **trasparente** (al contrario di quanto avveniva nelle emulsioni...), Sarà questo il criterio di riconoscimento di una soluzione dagli altri tipologie di miscuglio.

c) continuando ad aggiungere il sale si giunge ad un momento in cui l'acqua non riesce a scioglierne più e questo si deposita sul fondo: appena questo accade la soluzione si dice satura passando anche in questo a caso al "quantitativo" mediante il concetto di rapporto tra peso e volume si perviene al concetto di **solubilità** di un sale in un dato solvente.

Conclusioni

Il curriculum proposto dalla Divisione Didattica della Società Chimica Italiana è a nostro avviso un documento redatto in forma innovativa rispetto a precedenti indicazioni e, pur specificando in modo abbastanza dettagliato le competenze e le metodologie da seguire, lascia all'insegnante libertà nella programmazione dei propri percorsi. I contenuti sono scelti in una visione che permette all'alunno di partecipare al processo di insegnamento/apprendimento in modo attivo, in quanto non viene prevista la trattazione di concetti che non sono alla sua portata e che invece vengono spesso affrontati attualmente nella scuola secondaria di primo grado.

Bibliografia

- Ministero dell'Istruzione, dell'Università, della Ricerca, Indicazioni Nazionali per i Piani di studio personalizzati nella scuola Secondaria di Primo grado. Allegato C al Decreto Lgs. 19 Febbraio 2004, n. 59.
 - Ministero della Pubblica Istruzione, Indicazioni per il curriculum, Settembre 2007.
 - N. Grimellini Tomasini, G. Segrè, *Conoscenze scientifiche e rappresentazioni mentali degli studenti*, Firenze, La Nuova Italia, 1991.
 - M. Cavallini, *La formazione dei concetti scientifici: senso comune, scienza, apprendimento*, Firenze, La Nuova Italia, 1995.
 - F. Olmi, M.G. Cosenza, A. Pezzini, *Di cosa son fatte le cose?*, CnS –La Chimica nella scuola, Anno XXX, n. 4, 2008, p. 62
 - E. Torracca, *Contenuti educativi delle teorie chimiche classiche*. In *Storicità e attualità della cultura scientifica e insegnamento delle scienze*, a cura del C.I.D.I. di Firenze, Marietti-Manzuoli, 1986
 - L. Paoloni, *Il passato delle teorie strutturali nel presente della chimica*, in *Storicità e attualità della cultura scientifica e insegnamento delle scienze*, Marietti-Manzuoli, Firenze, 1986
- <http://www.wcsi.unian.it/educa/storia/macromic.html>

Tabella 1

Nuclei Fondanti della chimica	Competenze di chimica (nella loro declinazione si attraversano i nodi concettuali procedurali espressi in funzione dei contenuti e delle metodologie del percorso)	Esempi di obiettivi di conoscenza e abilità riferiti alle competenze (da formularsi da parte del docente)
Natura della materia	<p><i>L'alunno:</i></p> <p>1) <i>descrive le proprietà macroscopiche (volume, forma, peso, comprimibilità, rigidità, plasticità, elasticità, viscosità) dei tre stati fisici della materia (solido, liquido, aeriforme) e fa esperienza della materialità di solidi, liquidi e gas attraverso le proprietà macroscopiche;</i></p> <p>2) <i>riconosce e descrive le caratteristiche di miscele eterogenee, ne prepara alcuni esempi (o ne osserva la preparazione) e ne esegue la separazione per riottenere i componenti (decantazione, filtrazione, evaporazione, schiumatura, distillazione, uso di una calamita, uso dell'imbutto separatore);</i></p>	

Riflessioni sul curricolo di chimica

	<p>3) riconosce le soluzioni <i>acquose dalle miscele eterogenee sulla base della proprietà macroscopica della trasparenza</i>, ne descrive le caratteristiche osservabili (trasparenza, eventuale colore) e fa uso dei termini solvente e soluto, <i>fa esperienza</i> di alcuni tipi di soluzione (solido/liquido, liquido/liquido, liquido/gas) e <i>utilizza i procedimenti per separare alcune (distillazione per le soluzioni liquido/liquido; evaporazione per le soluzioni solido/liquido; ebollizione per le soluzioni liquido/gas)</i>; esprime la concentrazione di soluzioni in termini di g/g, g/ml, ml/ml e <i>determina la solubilità di alcuni sali come grandezza caratteristica di una sostanza</i>;</p> <p>4) <i>riconosce</i> i componenti ottenuti dalle separazioni <i>per confronto dei valori ottenuti dalla misura</i> di alcune grandezze <i>caratteristiche con valori di riferimento</i> (massa³, volume, temperatura, densità, temp. di fusione, temp. di ebollizione, <i>solubilità</i>) a scopo di <i>identificazione di sostanze pure</i>;</p> <p>5) definisce e riconosce operativamente sostanze acide e basiche, soprattutto con riferimento al quotidiano, facendo uso di indicatori di pH e della scala di pH come scala di comparazione (colore/numero) tra acidi e basi e sali neutri.</p>	
--	--	--

3. Si usa massa come quantità di materia e per l'azione di misura si usa il termine pesare. E' possibile anche usare il termine peso, senza entrare nel merito della distinzione con quello di massa e al posto della densità usare il peso specifico

<p>Trasformazioni della materia</p>	<p><i>L'alunno</i></p> <p>1) <i>esegue alcune trasformazioni (fusione, solidificazione, evaporazione, semplici reazioni chimiche)</i>, ne registra gli eventi osservabili (<i>variazione della temperatura, del colore, effervescenza, precipitazione di sostanze solide</i>) e impiega criteri per distinguere a questo livello le trasformazioni in fisiche e chimiche con riferimento agli aspetti fenomenologici <i>verificando che in una trasformazione fisica le sostanze conservano la loro natura in base ai criteri di caratterizzazione delle sostanze stesse e nelle reazioni chimiche si ha la trasformazione di sostanze in altre di tipo diverso (cambiamento stabile di colore, sviluppo di effervescenza, formazione di un precipitato)</i>;</p> <p>2) riconosce trasformazioni fisiche e chimiche nella vita quotidiana e sa fare esempi di alcune trasformazioni impiegate in alcune attività umane.</p>	
--	---	--

L'atomismo chimico

Antonio Testoni *

* Docente di Chimica, Scuola Secondaria di II grado, ITI “Copernico-Carpeggiani” Ferrara.

Riassunto

L' "atomismo" rappresenta il cuore della chimica moderna. Introdurre i ragazzi al mondo delle molecole e delle formule ha senso ed è formativo nella misura in cui si affrontano in maniera consapevole i passaggi cruciali che hanno condotto l'uomo a pensare la materia in termini atomico/molecolari. Il riconoscimento di questa storicità, dal punto di vista didattico, è fondamentale, se si vuol costruire un percorso didattico che sia culturalmente significativo, cioè volto alla costruzione di significati e non solo alla conoscenza di leggi, teorie, modelli. Le considerazioni sviluppate sono in piena sintonia con le proposte per il curriculum di chimica avanzate dalla DD/SCI.

Il contributo che segue riguarda il segmento del biennio dell'obbligo della scuola secondaria di secondo grado. In particolare, le mie riflessioni si concentreranno su due aspetti delle competenze riportate sulle “Indicazioni...” proposte dalla DD/SCI al punto 7 del nucleo fondante “Natura e struttura della materia” (*sa esporre l'ipotesi atomico/molecolare della materia - Dalton/Cannizzaro - e la sa impiegare per interpretare la natura particellare di elementi e composti e le leggi ponderali della chimica - idem per le reazioni*) ed al punto 3 di “Trasformazioni della materia” (*sa interpretare reazioni di sintesi e analisi in termini microscopici impiegando l'ipotesi atomico/molecolare e sa spiegare cosa si intende nella scienza per modello, legge, e teoria*).

Queste competenze sono cruciali nell'insegnamento/apprendimento della chimica, in quanto l' "atomismo", oltre ad essere il cuore della chimica moderna, rappresenta il punto di maggiore criticità. Molto spesso si rischia di sottovalutare il grande sforzo di astrazione che viene richiesto al ragazzo per immaginare un mondo così diverso, distante ed invisibile, com'è quello atomico-molecolare. Termini come atomo, molecola, formula sono inscindibilmente legati alla chimica e il loro significato va ricercato e costruito all'interno delle principali teorie che ne hanno caratterizzato la nascita e lo sviluppo. Dal punto di vista didattico questa è una questione fondamentale in quanto il significato di un termine, di un concetto scientifico è strettamente legato alla teoria a cui ci si riferisce. Conseguentemente, la scelta del livello a cui trattare e definire tali concetti affinché siano accessibili a ragazzi che, per la prima volta, si avvicinano alla chimica in modo sistematico è determinante. L'**atomismo daltoniano** rappresenta la teoria più adatta per introdurre il ragazzo all'ineffabile mondo degli atomi, delle molecole, delle formule. Atomi, molecole e formule che, nella chimica contemporanea, sono ormai impregnati dei significati propri della meccanica quantistica e, proprio per questo, hanno un significato che non solo è nettamente diverso, ma ad un livello di astrazione e complessità molto più elevato rispetto a quello della chimica classica, sicuramente non accessibile per chi non ha solide basi anche in fisica e in matematica.

Al contrario, la teoria atomica di Dalton e la conseguente **modellizzazione** sono alla portata di chiunque possieda significative conoscenze di chimica di base a livello macroscopico, per cui l'impostazione che ritroviamo nel documento della DDSCI (punti 1...7) è pienamente condivisibile.

Le difficoltà maggiori, per chi affronta per la prima volta questi argomenti, sopraggiungono nel dover **interpretare** ciò che viene percepito come “continuo” in termini di “discontinuo”, laddove il “discontinuo” è inteso non solo in termini qualitativi, ma anche **quantitativi**. È la quantificazione dell'infinitamente piccolo il vero e proprio “ostacolo epistemologico” che l'uomo ha incontrato - e continua ad incontrare - nella sua storia. Introdurre i ragazzi al mondo delle molecole e delle formule ha senso ed è formativo nella misura in cui si affrontano in maniera consapevole i passaggi cruciali che hanno condotto l'uomo a pensare la materia in termini atomico/molecolari. Il riconoscimento di questa storicità, dal punto di vista didattico, è fondamentale, se si vuol costruire un percorso didattico che sia **culturalmente significativo**, cioè volto alla costruzione di significati e non solo alla conoscenza di leggi, teorie, modelli.

Dare i risultati della scienza senza il complesso dei procedimenti che vi hanno condotto vuol dire travisarne il senso, svuotarne il significato. Significato che può essere compreso se si ricostruisce il contesto teorico e sperimentale nel quale questi concetti sono nati. Tutto ciò non significa sostituire l'insegnamento tradizionale delle scienze con la storia delle scienze, ma utilizzare momenti e aspetti della storia delle scienze e dell'epistemologia particolarmente adatti per collocare problemi, ipotesi e soluzioni nella giusta cornice.

È vero che ormai si hanno a disposizione strumenti che ci permettono di “vedere” le molecole, ma non dobbiamo dimenticare che questi sono stati realizzati quando già le molecole erano state inventate e “viste” dall'intelletto umano. Senza questo straordinario atto creativo, nessuno strumento avrebbe portato l'uomo a pensare la materia in termini molecolari. Ciò non può essere ignorato nell'insegnamento della chimica, soprattutto in una situazione di grave e preoccupante

cupante disaffezione degli studenti nei confronti delle “*discipline scientifiche, percepite, troppo spesso, fredde e noiose*”¹. Tenere nella dovuta considerazione questioni del tipo “*Come facciamo a sapere che...? Perché crediamo che...? Quali sono le prove per...?*”² e, più in generale, gli aspetti culturali, storici e filosofici delle scienze, riteniamo che sia ormai una condizione irrinunciabile per un cambiamento nell’insegnamento delle scienze che si rende, ora più che mai, necessario.

Per cui, quando ci chiediamo: **Com'è fatta la materia?** non possiamo ignorare che questa è una domanda che l'uomo si pone da millenni. Già nel VI secolo a.C. la cultura greca aveva elaborato due importanti teorie: la **teoria dei quattro elementi** e la **concezione atomistica**, ritenute per più di due millenni totalmente alternative (*Platone credeva ai quattro elementi canonici dell'antichità, ma non condivideva fino in fondo l'idea di atomo. Altri filosofi greci convenivano sugli atomi, ma non suddividevano tutta la materia in una manciata di ingredienti fondamentali*³). Alla base di queste due teorie, come di altre concezioni formulate nell'antichità, vi è l'intuizione geniale di uno degli **aspetti essenziali della scienza moderna**: la necessità, per spiegare i fenomeni, di formulare ipotesi che vadano oltre l'apparenza fenomenica, spesso in contraddizione con il mondo quotidiano dell'esperienza comune.

L'idea che la complessità della natura fosse riducibile a poche sostanze semplici (se non addirittura ad una sola) è appartenuta a molte civiltà del mondo antico: *Secondo la tradizione, fu Talete (624 – 546 a.C.), originario di Mileto, città dell'Asia Minore, a trasferire in Grecia le conoscenze accumulate nel corso dei secoli dalla cultura Egizia e da quella Mesopotamica*⁴. La cultura greca, con Aristotele⁵, ha fatto proprie queste idee, le ha rielaborate e le ha trasmesse in una forma che ha plasmato anche il nostro modo di vedere e di interpretare il mondo.

Così pure è avvenuto per un'altra importante concezione della materia in netto contrasto con quella aristotelica, non solo sull'idea di elemento, ma anche su un'altra questione: **La materia è suddivisibile all'infinito o vi è un limite a questa possibilità? È ammissibile l'esistenza del vuoto (non-essere)?** All'idea della divisibilità infinita del continuo e dell'impossibilità del vuoto, propria del pensiero aristotelico, si oppose Democrito (460-370 a.C.), il maggior rappresentante dell'atomismo antico. “*Democrito interpretò la realtà come un discontinuo. Secondo Democrito, la possibilità che la realtà fosse divisibile all'infinito poteva essere ipotizzata soltanto dal punto di vista matematico, non fisico. La materia, dunque, non poteva che essere composta da particelle non ulteriormente scomponibili, ovvero gli atomi, i quali, dotati di moto spontaneo, si muovevano nel vuoto. Nell'atomismo, la concezione di uno spazio privo di materia risulta essenziale per spiegare la possibilità di movimento delle particelle, altrimenti inconcepibile. Gli atomi non sono differenti fra loro dal punto di vista qualitativo, ma soltanto per forma e dimensioni. È tale diversità a dare origine alle varie forme della realtà. Gli atomi non sono stati creati, ma sono eterni.*”⁶.

Queste idee sulla natura ultima della materia ebbero un'indubbia influenza sugli scienziati del Cinquecento e del Seicento, come Gassendi e Boyle, che contribuirono in modo decisivo alla rinascita dell'atomismo nell'età moderna. L'idea che la teoria atomistica di Dalton “*sia sorta all'improvviso dalle rovine di un'ipotesi da tempo caduta nell'oblio è erronea. La concezione atomistica degli antichi greci non fu mai dimenticata ed il ricercatore attento e paziente può, se seriamente lo vuole, seguirne nei secoli la continua evoluzione partendo da Democrito fino a Dalton*”⁷. In questa continuità è fondamentale riconoscere ed evidenziare quegli elementi di discontinuità che caratterizzano l'atomismo daltoniano. La grande novità dell'atomismo daltoniano è comprensibile alla luce della “rivoluzione” che Lavoisier, nella seconda metà del XVIII secolo, portò nella chimica. La nuova concezione di elemento, la legge di conservazione del peso (massa) e la legge delle proporzioni definite costituirono le premesse necessarie per la nascita della teoria atomica. “*Nulla si crea, né nei processi artificiali né in quelli della natura, e si può stabilire in linea di principio che in ogni operazione vi è una eguale quantità di materia prima e dopo l'operazione stessa; che la qualità e la quantità degli elementi è la stessa, e che vi sono soltanto cambiamenti e modificazioni. È su questo principio che è fondata tutta l'arte di fare esperienze in chimica, ed è necessario supporre che in tutte vi sia una vera uguaglianza, o equazione, tra gli elementi della sostanza che si esamina e quelli che si ottengono mediante l'analisi.*”⁸

Questa affermazione di fondamentale importanza divenne la base di tutte le ulteriori indagini chimiche e la determinazione della composizione **quantitativa** dei diversi composti e dei pesi delle sostanze che prendono parte alle reazioni acquistò un significato decisivo nella pratica chimica. Nel 1799 Proust, in un articolo dedicato alla composizione dell'ossido rameico, enunciò, per la prima volta, una legge che fu decisiva nel processo di costruzione e di matematizzazione della chimica, iniziato pochi anni prima con Lavoisier. “*Si deve ammettere l'esistenza di una mano*

1. J. Bruner, *La cultura dell'educazione*, Feltrinelli, Milano, 1997, p.140.

2. A. B. Arons, *Guida all'insegnamento della fisica*, Zanichelli, Bologna, 1992, p.400.

3. P. Ball, *Elementi*, Codice, Torino, 2007, p.8.

4. M. Ciardi, *Breve storia delle teorie della materia*, Carocci, Firenze, 2003, p.11.

5. Aristotele è passato alla storia come il più autorevole e convinto assertore di tale idea. Egli riprese la concezione di Empedocle (483-423 a.C.), il quale riteneva che la realtà fosse dovuta al diverso modo di combinarsi di quattro elementi fondamentali (aria, acqua, fuoco e terra) e la adattò alla propria visione del mondo fisico.

6. M. Ciardi, *Breve storia delle teorie della materia*, Carocci, Firenze, 2003, p.17.

7. J. R. Partington, *Annals of Science*, 1939, IV, p.3.

8. A. Lavoisier, *Traité élémentaire de Chimie*, Tome premier, Paris, 1789, pp. 140-141.

invisibile, la quale è come se usasse la bilancia nella formazione dei composti e nell'attribuzione delle loro proprietà secondo la sua volontà; bisogna concludere che la natura non opera diversamente nelle profondità della terra e alla superficie, o nelle mani dell'uomo. Queste proporzioni sempre invariabili, questi attributi costanti che caratterizzano i veri composti dell'arte o quelli della natura."⁹

Con essa si abbandona l'idea che la composizione possa dipendere da fattori esterni, quali la quantità delle sostanze di partenza, la temperatura, la pressione e così via. Dal momento in cui fu enunciata il mondo scientifico fu costretto a compiere profonde meditazioni su di essa. Dopo tutto, perché mai la natura avrebbe dovuto preferire il discontinuo al continuo? Proust non diede alcuna risposta; come chimico sperimentatore si limitò alla suddetta affermazione. La risposta a questa domanda fu data dalla teoria atomica di Dalton, la cui portata rivoluzionaria si realizzò nella formulazione di un concetto di atomo strettamente connesso alla scienza chimica a lui contemporanea, che permise di quantificare, per la prima volta l'infinitamente piccolo. **Infatti il fondamento della nuova teoria è costituito dall'ipotesi di una relazione precisa tra la composizione costante dei composti ed il valore del peso atomico degli elementi costituenti.** Ipotesi che è alla base di quel procedimento geniale,¹⁰ ideato da Dalton stesso, che ha permesso stilare la prima tabella dei pesi atomici. Questo metodo rappresenta ancora oggi un percorso esemplare per determinare proprietà atomiche, come il peso atomico, ricorrendo a semplici procedure senza l'ausilio di una strumentazione particolarmente complessa, che rischia di essere del tutto incomprensibile per uno studente di questa fascia scolastica.

Gli atomi di cui parla Dalton non sono più entità indefinibili, ma sono contraddistinti dalla proprietà fondamentale del peso atomico. Prima di Dalton, l'unica affermazione che si poteva effettuare sugli atomi era relativa alla loro esistenza, basandosi unicamente sul ragionamento. Con Dalton gli atomi non sono solo oggetti mentali, ma si possono finalmente **definire**: ogni elemento è costituito da un numero molto grande di particelle piccolissime e tutte uguali, cioè tutte caratterizzate dallo stesso peso atomico.

La teoria atomica daltoniana segna il passaggio dall'atomismo antico a quello moderno, che, a questo punto, prende un indirizzo ben preciso: *“L'atomismo daltoniano costituì la base concettuale della teoria chimica dell'Ottocento, ma il termine «atomismo» va precisato con il termine «chimico» e distinto dall'atomismo «fisico», occorre cioè separare le discussioni filosofiche sulla struttura ultima della materia dai criteri utilizzati per costruire le formule delle sostanze ... In conclusione, l'atomismo chimico costituì la base teorica per assegnare i pesi relativi agli atomi degli elementi ed attribuire le formule molecolari ai composti e come tale venne accettato, mentre l'atomismo fisico fu oggetto di innumerevoli controversie”*¹¹. Controversie che, comunque, non risparmiarono anche l'atomismo daltoniano, tant'è che, alla fine del XIX secolo, eminenti scienziati nutrivano ancora forti dubbi circa l'esistenza degli atomi e delle molecole¹². Dubbi e difficoltà che emergono ancora oggi, quando lo studente si trova ad interpretare le reazioni chimiche in termini atomico/molecolari¹³. Per usare il linguaggio della filosofia della scienza, anche lo studente deve sottoporsi ad un mutamento di “paradigma” nel suo modo di pensare. Planck insinuava che le nuove teorie non convertono la gente, ma semplicemente i sostenitori delle precedenti muoiono di vecchiaia. Se gli scienziati hanno una tale difficoltà a riformulare le loro concezioni del mondo, c'è da stupirsi che, talvolta, faticino a farlo gli studenti?

La teoria daltoniana, imperniata sull'idea dell'atomo indivisibile, è tutt'altro che una teoria antica, superata, come spesso si sente dire. Essa, invece, da corpo a un modello che, per semplicità e potere esplicativo, è unico ed insostituibile nel processo di concettualizzazione dell'infinitamente piccolo. Se l'obiettivo principale dell'educazione scientifica è quello di incidere sugli schemi concettuali di senso comune degli allievi ed avvicinarli a quelli di tipo scientifico, allora *“ciò che più importa non è tanto trattare le teorie più recenti, ma bensì quelle che sono più comprensibili, più adatte allo sviluppo cognitivo del ragazzo, quelle che sono realmente in grado di incrementare la capacità di interpretazione dei fenomeni. In molti ambiti scientifici si possono interpretare i fenomeni secondo una varietà di livelli di raffinatezza, tutti quanti utili sotto qualche profilo [...] Per gli alunni che trovano difficoltà a capire le idee teoretiche delle scienze è forse necessario riconsiderare il livello a cui si presenta la teoria. [...] Dal punto di vista degli alunni è forse preferibile possedere un modello che funziona nell'interpretazione dei fenomeni, anche se lo si dovrà modificare più avanti, piuttosto che dover imparare delle idee più raffinate che servono solo a confondere. Ci sono coloro che si opporranno ad una simile indicazione, argomentando che non dovremmo insegnare mai nulla che*

9. M. Proust, *Recherches sur le cuivre*, Annales de Chimie, 1799, 32, pp.30-31.

10. C. Fiorentini, *Leggere il mondo oltre le apparenze*, Armando Editore, 2007, pp. 260-263.

11. F. Abbri, in *Storia della scienza moderna e contemporanea* (a cura di P. Rossi), UTET, Torino, 1989, p.281.

12. W. Ostwald (1853-1932) riteneva che l'atomismo non fosse altro che *“una comoda ipotesi da non prendere troppo alla lettera”*; Lord Kelvin (1824-1907) sosteneva che si dovesse rifiutare *“la mostruosa assunzione di pezzi di materia infinitamente duri ed infinitamente rigidi”*; E. Mach (1838-1916) asseriva che si *“dovesse porre fine all'abitudine, impropria e fuorviante di costruire teorie che facevano ricorso ad enti non osservabili, come lo erano appunto gli atomi... Teorie di questo genere sono espedienti provvisori che vanno sostituite con altre più vicine alla realtà”* e sulla stessa linea di pensiero si muoveva anche P. Duhem (1861-1916).

13. P. Mirone, *Perché la chimica è difficile?*, CnS, 3, 67, 1999.

L'atomismo chimico

debba essere <disappreso> in seguito. La mia risposta sarebbe che quest'ultima concezione semplicemente non rispecchia molto della nostra esperienza, sia per quanto riguarda i contesti di apprendimento formale che le situazioni quotidiane. Noi siamo posti continuamente in situazioni nelle quali dobbiamo rivedere, sviluppare o scartare delle idee alla luce di nuovi dati. La sfida a cui siamo posti di fronte nell'educazione scientifica consiste nel dover presentare agli alunni le teorie in modo tale che le possano capire senza prenderle però come verità immutabili."¹⁴

14. R. Driver, *L'allievo come scienziato?*, Zanichelli, Bologna, 1988, p.79.

"Il curriculum sperimentato" e le proposte della DD/SCI Un percorso didattico per la 1° classe del Biennio Istituto Tecnico Industriale

Rossella Grassi¹

Docente di Chimica - Scuola Secondaria di Secondo Grado IIS "Leonardo da Vinci" – Firenze

Riassunto

Questo contributo vuol sottolineare come l'opportuna scelta dei contenuti disciplinari adeguati al livello scolastico dell'allievo, uniti a metodologie didattiche che lo rendano parte attiva del suo apprendimento, in sintonia con le proposte di "Indicazioni..." per la chimica avanzate dalla DD/SCI, riescano a creare percorsi didattici facilmente accessibili e coinvolgenti nei quali l'alunno si può orientare con naturalezza, sviluppando a volte solo curiosità, a volte vera passione per le discipline scientifiche. L'assunto è dimostrato con il racconto-diario del percorso didattico sulle Trasformazioni della Materia sviluppato, secondo le precedenti premesse, in una classe prima di Istituto Tecnico Industriale.

Domande

Ci possiamo domandare perché ormai da vari anni sembra che i giovani abbiano perso la passione per la scienza tanto che le facoltà scientifiche sono costrette ad attuare strategie di richiamo. In genere le passioni si definiscono nel percorso didattico della scuola media superiore e credo che molti allievi arrivino curiosi di avvicinarsi a discipline come la Chimica o la Fisica o le Scienze Naturali. Se però questa curiosità si trasforma in noia o peggio in sensazione di essere di fronte a concetti incomprensibili, ecco che non solo la scienza non sarà presa in considerazione come professione della vita ma sarà ricordata con disagio. Quante volte, se dico che sono insegnante di Chimica, mi sento rispondere:

<<Io in Chimica non ci ho mai capito niente.>>

Eppure le Scienze sono una chiave di lettura fondamentale del mondo che ci circonda anche per i più convinti degli umanisti. Quelli che chiamiamo i saperi fondanti delle discipline scientifiche sono indispensabili per capire fenomeni scientifici, pur presentati a livello divulgativo. Tuttavia nella nostra società l'ignoranza scientifica è considerata meno grave di quella umanistica, forse perché essendo la cultura scientifica meno diffusa sono percentualmente poche le persone che se ne accorgono.

Tornando alla domanda iniziale, da anni sappiamo la risposta: tutto dipende dalla metodologia con la quale l'allievo viene guidato nei percorsi didattici. Sarà questa che accompagnerà ad una chiara e accessibile acquisizione di competenze oppure allontanerà per sempre lo studente in particolare dalle discipline scientifiche.

Contenuti e Metodologia Didattica per la Chimica

Contenuti

Ogni docente dovrebbe avere ben chiaro quali sono i contenuti disciplinari che dovranno far parte del patrimonio culturale di ogni cittadino e quali sono destinati al livello specialistico.

In questo senso il lavoro del Gruppo Scuola Secondaria di Secondo Grado – Primo Biennio della Commissione Curricoli della DD-SCI mi trova perfettamente d'accordo, in particolare sull'argomento più controverso: eliminare o no il concetto di mole dal Biennio della scuola superiore. Noi chimici siamo molto affezionati alla mole e lasciare allievi, che forse non studieranno più la Chimica come disciplina, senza che siano venuti in contatto con questo concetto chiave per l'interpretazione quantitativa delle reazioni, ci sembra una vera eresia. Ma se analizziamo con animo più neutrale ed oggettivo, ci accorgiamo che la mole è argomento per addetti ai lavori, per chi deve far emergere proprio l'aspetto quantitativo delle trasformazioni chimiche, non certo per il cittadino che lavora in altri campi. Siamo confortati in questa considerazione anche dal parere di esperti di ricerca didattica, convinti che la comprensione effettiva di questo concetto sia riservata ai maggiori di 16 anni (cfr. Riferimenti bibliografici)

Invece fondamentale come base culturale per decifrare i fenomeni scientifici è la capacità di distinguere e caratterizzare una sostanza pura e saperla separare da miscugli di altre sostanze.

1. Tutor per la scuola superiore del Piano Nazionale Insegnare Scienze Sperimentali (ISS) nel Presidio Scuola Secondaria di Primo Grado "Pieraccini, Verdi, Rosselli" di Firenze

Un percorso didattico per la 1° classe del Biennio Istituto Tecnico Industriale

Ugualmente importante è possedere i mezzi conoscitivi per distinguere fra una trasformazione chimica o fisica e relativamente alla trasformazione chimica, ripercorrere storicamente gli aspetti quantitativi che hanno portato alla teoria atomica, primo approccio rigoroso alla struttura della materia.

Una parte che ho molto apprezzato del lavoro della Commissione Curricoli per il Biennio è la collocazione nella fase iniziale dell'acquisizione della simbologia chimica. Purtroppo per troppo tempo la proposta di imparare a memoria i simboli dei più comuni elementi o l'acquisizione del metodo di scrittura dei composti più semplici è stata accolta come una richiesta assurda, un ritorno al nozionismo per una presunta esaltazione della ricostruzione logica di ogni sapere. La risposta che offro ai miei allievi è che ogni elaborazione logica, ogni rete concettuale, si regge anche su alcuni nodi che devono essere tratti mnemonicamente. Chi non ha memoria non ha possibilità di concatenare fra loro avvenimenti o fenomeni. Quando, durante il primo anno del biennio, si arriva a distinguere un elemento da un composto, è quello il momento per parlare di come per comodità e risparmio di tempo, ogni elemento ha un simbolo che lo individua, giustificando le scelte che sono state fatte nei secoli attraverso l'etimologia dei simboli.

Forse la denominazione e la simbologia grafica di elementi e composti con cui veniamo in contatto continuamente non è patrimonio culturale di ogni persona? Penso proprio di sì, visto che mi è capitato di sentire qualche anno fa in un servizio televisivo sull'inquinamento, trasmesso da un'accreditata rete, attribuirne la responsabilità agli ossidi di sodio! (Na non dovrebbe essere confuso con N, neanche se il giornalista è un laureato in lettere).

Altrettanto indispensabile è la consapevolezza che in uno schema di reazione viene quasi sempre sottintesa la presenza dell'energia. Nessuna reazione avviene senza scambi energetici e questo è stato l'aspetto più sfruttato da quando la specie umana ha scoperto le combustioni. Competenze relative all'energia delle reazioni sono fondamentali a chiunque per affrontare in modo critico e consapevole il problema dell'approvvigionamento energetico anche da fonti rinnovabili e a basso impatto ambientale.

Concordo con l'opportunità di rimandare alle classi superiori il tema dell'equilibrio chimico che giudico per esperienza diretta non facilmente comprensibile neanche in una terza classe di Istituto Tecnico per Chimica.

Metodologia Didattica

Contenuti e metodologia didattica sono stati inseriti nello stesso paragrafo per sottolinearne l'inscindibilità. L'inadeguatezza di uno di questi due aspetti può determinare il fallimento di un progetto didattico di classe.

La metodologia dovrà essere coinvolgente, gli allievi non sono lì ad ascoltare una conferenza dell'insegnante che si compiace delle sue parole. Spesso la maggior parte di queste viene udita ma non ascoltata.

Da anni sperimento metodologie didattiche che coinvolgano maggiormente gli allievi facendone i soggetti del loro apprendimento. Ho applicato la "Didattica per progetti", rivelatasi particolarmente adatta allo sviluppo di percorsi didattici di approfondimento professionale nel triennio della scuola superiore.

Nel biennio ho utilizzato molto la "Didattica dei concetti" la cui diffusione e applicazione ha creato i presupposti per l'elaborazione della struttura teorica del Piano Nazionale Insegnare Scienze Sperimentali (ISS) di cui il Ministero dell'Istruzione si è fatto promotore, su proposta delle associazioni disciplinari AIF (Associazione nazionale Insegnanti di Fisica), ANISN (Associazione nazionale insegnanti scienze naturali) e DD-SCI, con l'obiettivo ambizioso di rinnovare radicalmente l'insegnamento delle Scienze nella scuola italiana. Durante gli ultimi due anni scolastici nella veste di tutor del Piano ISS ho lavorato in attività di ricerca-azione con gruppi di colleghi e di sperimentazione nelle mie classi, secondo l'impostazione metodologica elaborata per questo progetto ministeriale. Nella didattica dei concetti, il contesto di senso viene creato dalle aspettative che si generano con un'intervista e la costruzione dei concetti chiave attraverso l'attività laboratoriale. La declinazione della didattica secondo il Piano ISS risulta molto più agile della didattica per concetti e crea un clima di maggior coinvolgimento degli allievi. Si basa su alcuni indicatori sui quali costruire i percorsi didattici:

1. **verticalità**
2. **contesti di senso**
3. **didattica laboratoriale**
4. **centralità delle competenze**

Altri due si possono considerare come derivati dai precedenti:

modellizzazione

metacognizione

Verticalità

Con l'autonomia scolastica si è passati dalla scuola del programma alla scuola del curriculum. Ogni scuola è l'artefice della sua progettazione curricolare, "elaborando specifiche scelte relative a contenuti, metodi, organizzazione e valutazione"². Aspetto chiave di questa progettazione è stabilire la scansione dello sviluppo degli argomenti dalla scuola

2. da "Indicazioni per il Curricolo" per la scuola dell'infanzia e il primo ciclo d'istruzione – Ministero della Pubblica Istruzione – Settembre 2007 Pag. 23

primaria fino al primo biennio della scuola secondaria di secondo grado, definendo gli obiettivi di apprendimento e i traguardi per lo sviluppo delle competenze. In questo contesto risulta fondamentale la partecipazione alla progettazione didattica di insegnanti di tutti i livelli scolari, in modo che abbiano chiaro e condiviso che cosa è opportuno che venga proposto prima e ciò che è meglio rimandare ad una fase successiva.

Su questo aspetto molti studiosi si sono espressi ed in estrema sintesi esistono due scuole di pensiero: quella che afferma che si può insegnare tutto a qualunque età variando solo il livello di semplificazione e l'altra che prevede che alcuni concetti possano essere presentati, con ragionevole speranza di essere compresi, solo a partire da determinati livelli scolari.

L'adesione all'uno o l'altro indirizzo di pensiero è legata al significato che vogliamo attribuire al termine apprendimento: il piano ISS considera un concetto appreso solo se è collegato all'acquisizione di una competenza, cioè autonomia nell'uso del concetto per progettare e agire nella risoluzione di situazioni reali. Se ad un certo livello scolare non esiste questa possibilità, è meglio rimandare la trattazione ad un momento successivo.

E' compito degli insegnanti dei vari livelli scolari individuare quali sono gli argomenti interdisciplinari o disciplinari proponibili fin dalla scuola primaria e come continuare il loro sviluppo in una sorta di approfondimento a spirale fino al biennio della scuola superiore di secondo grado.

Contesti di senso

Con questo termine si intende saper creare un adatto ambiente di apprendimento e proporre allo studio soggetti e oggetti di un mondo familiare all'allievo. Nessuno, neanche un adulto, è stimolato ad impegnarsi ad imparare qualcosa se lo trova completamente lontano dalla sua realtà quotidiana o dai suoi interessi. Un adeguato contesto di senso è capace anche di favorire la spinta motivazionale che l'insegnante cerca di promuovere prima di intraprendere qualsiasi proposta di apprendimento e che cerca di mantenere alta durante tutto il percorso, perché l'allievo percepisca il gusto di apprendere.

I moduli didattici progettati nell'ambito del Piano ISS dedicano particolare attenzione a questa fase perché non sia frutto della creatività improvvisata del docente ma costituisca una parte integrante della proposta didattica. Gli insegnanti individueranno in via prioritaria aspetti della vita quotidiana degli allievi, dei quali essi sono protagonisti, per iniziare indagini o raccogliere dati che possano portare a far emergere problemi su cui impostare la didattica laboratoriale.

Didattica laboratoriale

Nessuno pensa che il laboratorio non sia uno strumento chiave per l'insegnamento delle scienze sperimentali, tuttavia in molte scuole non viene frequentato per mancanza di spazi e attrezzature oppure per scarsa abitudine didattica a utilizzarlo. A volte viene utilizzato ma solo come luogo di applicazione di procedure dimostrative o verificative eseguite dagli allievi, ma non comprese a fondo nel loro significato. Il Piano ISS si fa artefice dell'introduzione di un laboratorio innovativo che costituisce "il terreno privilegiato per costruire abilità sperimentali e capacità di ragionamento che permettono di sviluppare un pensiero critico, distinguere fra evidenze e interpretazioni e condividere la plausibilità e il significato di concetti, di modelli e teorie"³ (approccio fenomenologico allo studio delle scienze).

La didattica laboratoriale è un *atteggiamento mentale* che promuove negli allievi la individuazione di un problema, la progettazione della soluzione, l'indagine di fattibilità, la conduzione operativa di esperimenti, l'elaborazione, la documentazione e l'interpretazione dei risultati.

Il laboratorio come spazio fisico è uno strumento di questo processo che permette di trasferire a livello operativo la progettazione, che gli allievi hanno ipotizzato, coordinati e guidati dall'insegnante, per indagare comportamenti o per risolvere problemi.

Lo scopo è far acquisire agli studenti un metodo di approccio ai problemi che possa diventare un vero e proprio atteggiamento mentale da applicare costantemente.

Centralità delle competenze

Il Piano ISS si propone di contribuire al passaggio della nostra scuola da scuola delle conoscenze a scuola delle competenze. Il significato di questi termini è stato riportato anche nel lavoro della Commissione Curricoli facendo riferimento alla Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 7 settembre 2006.⁴

3. Piano ISS 1° Seminario Nazionale, Vol 1 Documenti di lavoro, Pag. 63

4. Raccomandazione Parlamento Europeo e Consiglio (7/7/2006)- "Conoscenze": indicano il risultato dell'assimilazione di informazioni attraverso l'apprendimento. Le conoscenze sono l'insieme di fatti, principi, teorie e pratiche, relative a un settore di studio o di lavoro; le conoscenze sono descritte come teoriche e/o pratiche. "Abilità", indicano le capacità di applicare conoscenze e di usare know-how per portare a termine compiti e risolvere problemi; le abilità sono descritte come cognitive (uso del pensiero logico, intuitivo e creativo) e pratiche (che implicano l'abilità manuale e l'uso di metodi, materiali, strumenti). "Competenze" indicano la comprovata capacità di usare conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e/o metodologiche, in situazioni di lavoro o di studio e nello sviluppo professionale e/o personale; le competenze sono descritte in termini di responsabilità e autonomia.

Un percorso didattico per la 1° classe del Biennio Istituto Tecnico Industriale

La competenza rappresenta il livello in cui un allievo ha la capacità di assumere un compito e progettare tutte le procedure per portarlo a termine, avvalendosi delle conoscenze e delle abilità acquisite in ambito scolastico o anche extrascolastico. La stessa Unione Europea ha messo a punto un sistema di riconoscimento di competenze per andare oltre il semplice titolo scolastico e documentare anche competenze acquisite in ambiente di lavoro e di svago.

In questa prospettiva non basta la lezione raccontata dall'allunno, ma lui stesso deve essere il protagonista di lezioni agite in cui si rende conto di cosa saprà fare e di come potrà farlo, alla fine del percorso didattico.

Un insegnante, nella progettazione di moduli didattici, deve avere chiare le competenze che gli allievi avranno acquisito quando il percorso sarà concluso, coerentemente con il livello scolare.

Modellizzazione e metacognizione

Questi due aspetti, di per sé non hanno la connotazione di indicatori ma sono valorizzati nel Piano ISS. Il ricorso a modelli interpretativi è di grande aiuto nella comprensione delle scienze sperimentali e vi si può ricorrere fin dalla prima infanzia, scegliendo modelli adeguati all'età degli allievi. Il modello non solo permette di interpretare fenomeni ma offre anche a chi se ne impadronisce una formidabile capacità previsionale.

La metacognizione è la capacità dell'allievo di riflettere sui propri processi di apprendimento e di controllarli: ad esempio per le scienze metacognizione può essere acquisire strumenti di controllo sul significato e la modalità degli esperimenti di laboratorio, per svolgere i quali occorre saper utilizzare gli strumenti del laboratorio, saper raccogliere i dati ed elaborarli, saper valutare i risultati.

La sperimentazione di Contenuti e Metodologia Didattica in una 1° classe di Istituto Tecnico Industriale

Nella classe 1° ITIS nella quale insegnavo ho programmato i contenuti in modo corrispondente al lavoro presentato dalla Commissione Curricoli per il primo Biennio della Scuola Secondaria di Secondo grado, usando come metodologia per il raggiungimento delle competenze quella del Piano ISS. Ho scelto uno dei percorsi didattici, "Le Trasformazioni della materia" per entrare nei dettagli del metodo di procedere attraverso un diario di bordo frutto delle mie annotazioni a fine lezione.

Diario di Bordo di un'avventura didattica (tutta la verità fra luci e ombre)

"LE TRASFORMAZIONI DELLA MATERIA"

Percorso didattico progettato dal gruppo Chimico Fisico di ricerca-azione del Piano ISS dei Presidi congiunti IIS "Leonardo da Vinci" e Scuola Secondaria di I grado "Pieraccini, Verdi, Rosselli" di Firenze

Precondizioni

Prima di affrontare il percorso sulle trasformazioni della materia gli allievi avevano già affrontato i seguenti percorsi didattici con le modalità indicate sopra:

Sicurezza e prevenzione nel laboratorio di chimica

Le sostanze pericolose. La scheda di sicurezza. L'etichettatura delle sostanze pericolose. Le classi di pericolosità. I simboli. Le frasi di rischio (R). I consigli di prudenza (S). Norme di comportamento nel laboratorio chimico. I dispositivi di protezione individuale.

La sostanza pura

Il problema del riconoscimento delle sostanze. Dimostrazione dell'impossibilità di individuazione di una sostanza solo attraverso i cinque sensi. Misura di grandezze caratteristiche che permettono di conoscere una sostanza attraverso strumenti adeguati. La bilancia: portata e sensibilità. Differenza fra misura di massa e misura di peso. Bilancia tecnica. Bilancia analitica.

Cifre significative

Espressione di una misura attraverso le cifre significative che permettono di individuare il tipo di bilancia, in generale il tipo di strumento, con cui è stata fatta la misura. Criteri di scelta delle cifre significative nel risultato di somme, sottrazioni, prodotti e quozienti.

Misura della densità di una sostanza. Raccolta dei dati sperimentali in tabelle. Costruzione di grafici massa/volume.

Passaggi di stato

Fusione, ebollizione, condensazione, solidificazione, sublimazione, brinamento. Meccanismo del processo di ebollizione. Differenza fra ebollizione ed evaporazione.

Analisi termica di una sostanza.

Misura della temperatura di fusione e di solidificazione. Costruzione del grafico temperatura/tempo. Significato della stasi termica. Scala Celsius per la misura della temperatura. Scala delle temperature assolute (Scala Kelvin). Trasformazione da gradi Celsius a Kelvin.
 Concetto operativo di sostanza pura.

I miscugli di sostanze

Esempi di miscugli eterogenei e definizione. Metodi di separazione di miscugli eterogenei: filtrazione, decantazione, schiumatura.

Definizione di sospensione, emulsione ed esempi.

Esempi di miscugli omogenei e loro definizione. Metodi di separazione di miscugli omogenei: evaporazione, distillazione.

Definizione di soluzione ed esempi. Solvente e soluto. Soluzione satura.

Percorso didattico sulle TRASFORMAZIONI DELLA MATERIA
1° FASE**Contesto di senso****Giovedì 26 marzo 2009**

Senza aver anticipato niente ho chiesto agli allievi di stilare a casa un elenco di trasformazioni e di portarlo lunedì prossimo.

Lunedì 30 marzo 2009

Pochissimi si sono ricordati di fare l'elenco. Li ho invitati a farlo in classe in 10 minuti. Ho raccolto le pagine scritte e ho posto loro alcune domande:

1. Secondo te che cosa significa trasformazione?
2. Come ti immagini una trasformazione?
3. Quante volte ti sei accorto di assistere ad una trasformazione e in quale occasione?
4. Che cosa hai pensato che succedesse durante la trasformazione?
5. Nel tuo corpo pensi che avvengano trasformazioni?

Sicuramente la presenza di allievi che frequentano per la seconda volta e hanno già incontrato concetti chimici anche se sviluppati con altra metodologia, ha influenzato le risposte appiattendolo le differenze. Il termine trasformazione evoca un cambiamento, l'immaginazione di una trasformazione riguarda quasi sempre un fenomeno fisico e quasi sempre lo stesso: ebollizione dell'acqua o scioglimento del ghiaccio. Su cosa succede durante una trasformazione hanno preferito non pronunciarsi mentre è per tutti chiaro che nel loro corpo avvengono trasformazioni perché stanno crescendo.

Negli esempi di trasformazioni c'erano soprattutto combustioni, passaggi di stato, solubilizzazioni. Solo un allievo ha scritto: arrugginimento di un pezzo di ferro.

Mi sono procurata in biblioteca il Vocabolario della Lingua Italiana Zingarelli e ho fatto cercare ad un alunno il termine "trasformazione" in modo che tutti annotassero la definizione:

"Trasformazione da trasformare (latino trans (al di là), e formare, (dare forma): mutare di forma, di aspetto".

2° FASE**Didattica laboratoriale**1° Parte**Giovedì 2 Aprile 2009**

Ho preparato con l'insegnante tecnico pratico e il tecnico di laboratorio il materiale per le trasformazioni che hanno indicato gli allievi per iscritto, aggiungendone alcuni di mia iniziativa. Nell'elenco quelle proposte dagli studenti compaiono in corsivo:

Un percorso didattico per la 1° classe del Biennio Istituto Tecnico Industriale

- *combustione di una candela*
- fusione di un pezzo di cera senza stoppino
- carbonizzazione dello zucchero
- *solubilizzazione dello zucchero in acqua*
- *ebollizione di acqua*
- dissoluzione di un pezzo di calcare con un detergente anticalcare di uso comune
- riscaldamento di un pezzo di rame
- trazione di un elastico fra due supporti
- *arrugginimento di un chiodo di ferro*

Ho diviso la classe in gruppi di 3 allievi, ho spiegato come svolgere le operazioni in laboratorio e come annotare le osservazioni richieste nella seguente tabella:

Tabella n. 1

Trasformazioni	Aspetto delle sostanze prima della trasformazione	Azioni compiute per avviare la trasformazione	Cosa avviene durante la trasformazione	Aspetto delle sostanze dopo la trasformazione
<i>Combustione di una candela</i>				
<i>Fusione di un pezzo di cera senza stoppino</i>				
<i>Carbonizzazione dello zucchero</i>				
<i>Solubilizzazione dello zucchero in acqua</i>				
<i>Ebollizione di acqua</i>				
<i>Dissoluzione di un pezzo di calcare con un detergente anticalcare di uso comune</i>				
<i>Riscaldamento di un pezzo di rame</i>				
<i>Trazione di un elastico fra due supporti.</i>				
<i>Arrugginimento di un chiodo posto in acqua (controllo dopo una settimana)</i>				

Non sono convinta che far lavorare gli allievi in gruppo in laboratorio sia la scelta migliore. A livello operativo sarebbe bene che ognuno prendesse le **proprie** responsabilità perché è fortissimo il rischio che il leader faccia tutto e gli altri due vivano nella sua ombra. Solo il numero dei corredi di laboratorio a disposizione mi ha costretta a questo compromesso.

L'attività di gruppo è fondamentale nella discussione dei risultati.

Non tutti hanno partecipato con l'interesse che mi attendevo per un lavoro sperimentale e a volte fra i componenti dello stesso gruppo sono nate discussioni comportamentali. Ho annotato tutto per evitare la prossima volta convivenze burrascose.

2° Parte

Lunedì 6 Aprile 2009

Ho discusso con gli allievi i risultati degli esperimenti. Alcuni non hanno portato la tabella dove li avevano annotati. Fortunatamente sui tre membri del gruppo, almeno uno aveva la tabella compilata. Il portavoce di ogni gruppo ha letto a voce alta a tutta la classe la sua tabella.

Ho ricostruito la tabella alla lavagna evidenziando le sostanze prima della trasformazione, l'aspetto della sostanza dopo la trasformazione e come domanda chiave se *ipotizzavano* che fosse uguale o no a quella prima della trasformazione :

Tabella n. 2 (compilata dagli allievi)

Aspetto delle sostanze prima della trasformazione	Aspetto delle sostanze dopo la trasformazione	Uguaglianza con la sostanza prima della trasformazione (ipotesi)
<i>Candela con stoppino accesa</i>	<i>Cera risolidificata come si vede dalle gocce ai lati e alla base</i>	<i>Sì</i>
<i>Cera della candela senza stoppino + calore</i>	<i>Cera della candela senza stoppino di forma diversa</i>	<i>Sì</i>
<i>Zucchero + calore</i>	<i>Sostanza nera</i>	<i>No</i>
<i>Zucchero + acqua</i>	<i>Zucchero solubilizzato in acqua (il concetto di soluzione è stato introdotto nel modulo "Miscugli di sostanze")</i>	<i>Sì</i>
<i>Acqua + calore</i>	<i>Acqua allo stato vapore</i>	<i>Sì</i>
<i>Calcare + anticalcare</i>	<i>Effervescenza (sviluppo di gas)</i>	<i>No</i>
<i>Rame + calore</i>	<i>Il pezzo di rame si ricopre di polvere nera</i>	<i>No</i>
<i>Elastico</i>	<i>Elastico allungato</i>	<i>Sì</i>
<i>Chiodo grigio ferro</i>	<i>Chiodo in alcuni punti diventato rosso ruggine</i>	<i>No</i>

Non avrei mai pensato che di fronte alla combustione di una candela, prima attrice del famoso "La storia chimica di una candela" di Michael Faraday, i miei ragazzi fossero convinti che fonde semplicemente. Ho domandato se erano sicuri dell'affermazione e li ho invitati a misurare la lunghezza della candela prima dell'accensione dello stoppino e dopo 15 minuti. Hanno convenuto che la diminuzione della lunghezza era un dato inconfutabile ma era semplicemente dovuto al cambiamento di forma, come attestavano le gocce di cera solidificate sui lati e alla base della candela, e non alla trasformazione di parte della cera in altra/e sostanza/e per effetto della combustione.

Per le sostanze che avevano ipotizzato fossero uguali prima e dopo la trasformazione, li ho invitati per la prossima volta a pensare come dimostrarlo.

3° Parte

Giovedì 16 Aprile 2009 (dopo le vacanze pasquali)

Dieci giorni di interruzione sono tanti e quindi c'è voluto un po' di tempo per raccogliere le idee e far partecipare alla discussione anche chi proprio non aveva pensato neanche un momento a dimostrare uguaglianze o differenze di sostanze. Alla fine le proposte sono state:

- Pesare la candela con stoppino dopo l'accensione per dimostrare che la cera si è solo fusa e di nuovo solidificata.
- Evaporare l'acqua in soluzione con lo zucchero.
- Raccogliere il vapore dopo l'ebollizione in un recipiente e ricondensarlo. Qualcuno ha proposto di farlo nell'apparecchio per la distillazione che gli allievi conoscevano come strumento di separazione di miscugli omogenei.
- Portare l'elastico in posizione di partenza.

Mi sono accorta che bisogna indicare chiaramente agli allievi di pesare la candela insieme al vetro da orologio sul quale sarà fissata prima della combustione. Uno dei gruppi ha pesato all'inizio solo la candela e, non potendola separare a fine combustione dal vetro da orologio, non è riuscito a confrontare le due pesate.

Gli esiti dei nuovi esperimenti sono stati annotati in una tabella:

Tabella n.3 (compilata dagli allievi)

Trasformazioni	La sostanza finale della trasformazione è uguale alla sostanza di partenza?	In che modo lo hai dimostrato?	Risultati
<i>Candela con stoppino che brucia</i>	<i>No</i>	<i>Pesando la candela prima e dopo la trasformazione</i>	<i>La massa della candela dopo la trasformazione è molto minore di quella iniziale(a)</i>
<i>Cera riscaldata senza stoppino</i>	<i>Sì</i>	<i>Pesando la candela prima e dopo la trasformazione</i>	<i>La massa della cera dopo la trasformazione è uguale a quella iniziale (b)</i>
<i>Riscaldamento dello zucchero</i>	<i>No</i>	<i>La sostanza nera presente dopo la trasformazione è diversa dallo zucchero</i>	
<i>Solubilizzazione dello zucchero in acqua</i>	<i>Sì</i>	<i>Riscaldando la soluzione per far evaporare l'acqua</i>	<i>Quando evapora l'acqua si ottiene una sostanza bianca che continuando il riscaldamento diventa bruna e poi nera come quella che si ottiene dalla trasformazione "Riscaldamento dello zucchero"</i>
<i>Ebollizione di acqua</i>	<i>Sì</i>	<i>Condensando i vapori in un recipiente freddo</i>	<i>Liquido con caratteristiche uguali all'acqua (c)</i>
<i>Dissoluzione di un pezzo di calcare con un detergente anticalcare di uso comune</i>	<i>No</i>	<i>Il gas che si forma è completamente diverso dal solido e dal liquido usati nella trasformazione</i>	
<i>Riscaldamento di un pezzo di rame</i>	<i>No</i>	<i>Il solido nero antracite che ricopre la superficie è diverso dal solido rosa metallico iniziale</i>	
<i>Trazione di un elastico fra due supporti</i>	<i>Sì</i>	<i>Misurando la lunghezza dell'elastico dopo averlo riportato in posizione iniziale</i>	<i>La lunghezza dell'elastico riportato in posizione iniziale è la stessa</i>
<i>Arrugginimento di un chiodo in acqua</i>	<i>No</i>	<i>La crosta rosso ruggine è molto diversa dal chiodo grigio ferro</i>	

Note: a) la diminuzione della massa di un *reagente* è propria di una trasformazione chimica e quindi si assume come indice di "trasformazione" di una sostanza di partenza...

b) il fatto che la massa della cera non sia modificata trattandosi questa volta di una trasformazione fisica è indice di non modificazione della sostanza di partenza, ma dobbiamo stare attenti a non indurre un misconcetto: nelle trasformazioni fisiche la massa si conserverebbe in quelle chimiche no!

c) non si fanno indagini ulteriori per verificare se il liquido ottenuto è **effettivamente** acqua, si apprezza in prima istanza visualmente la similitudine o meno con quello che avevamo in partenza; si costruisce un primo criterio per caratterizzare una reazione: si ha una reazione quando il **colore** di una sostanza di partenza cambia stabilmente, quando cambia lo **stato fisico** di almeno una sostanza (sviluppo di gas o formazione di un precipitato) o quando avvengono entrambi i fenomeni.

Incredibile lo stupore che ha colto gli allievi quando hanno sperimentato che la massa iniziale della candela con stoppino e la massa finale dopo 15 minuti dall'accensione non sono uguali.

4° Parte**Lunedì 20 Aprile 2009**

Abbiamo commentato i risultati degli esperimenti. Ogni portavoce del gruppo ha letto i suoi dati. Alla mia domanda se le trasformazioni sono tutte uguali, qualcuno ha osservato che solo in alcune le sostanze dopo la trasformazione sono uguali a quelle iniziali. Nelle altre o la sostanza a fine trasformazione è evidentemente diversa da quella da cui siamo partiti o sembra che qualcosa sia scomparso.

Ho detto che forse avevamo la possibilità di esplorare meglio le diversità e le scomparse e ho proposto una serie di esperimenti a cui gli studenti non potevano arrivare con il loro livello di conoscenze.

- Accendere la candela e inserirla sotto un becker grande rovesciato.
- Accendere la candela tenendo sopra alla fiamma un becker piccolo rovesciato senza coprirlo completamente (In questo modo intorno all'orlo delle pareti del becker si formeranno goccioline di liquido con caratteristiche organolettiche tali da indurre gli allievi a ipotizzare che sia acqua)
- Deporre su un pezzo di coccio una punta di spatola di zucchero e riscaldare sul bunsen con fiamma alta "azzurrina" (si dice ossidante).
- Far avvenire la reazione del calcare con anticalcare in una provetta, chiudere l'imboccatura della provetta e poi inserire un fuscillo acceso. Questo esperimento richiede alcune prove preliminari attraverso le quali gli allievi possano stabilire un confronto di comportamento:
in tre provette far avvenire tre reazioni in cui si abbia sviluppo di gas diversi, ossigeno, idrogeno e biossido di carbonio. Nessun dettaglio viene spiegato sui reagenti, focalizzando l'attenzione solo sui gas prodotti
Acqua ossigenata + permanganato di potassio = ossigeno (evidenziato perché rianima la fiamma di un legnetto appena spento)
Zinco + acido cloridrico = idrogeno (piccola esplosione se si pone all'imboccatura della provetta tenuta tappata un legnetto acceso)
Carbonato di sodio + acido cloridrico = biossido di carbonio (se si inserisce nella provetta tenuta tappata un legnetto acceso, questo si spegne)
Sottoponendo il gas prodotto dalla reazione fra calcare e anticalcare alle prove indicate sopra, gli allievi facilmente riconoscono che si tratta di biossido di carbonio.
- Scegliere un anticalcare che abbia la composizione scritta sull'etichetta, cercare in laboratorio l'acido indicato sull'etichetta e ripetere con quello la reazione con calcare.

5° Parte**Giovedì 23 Aprile 2009**

Gli allievi sempre divisi in gruppi hanno condotto gli esperimenti e annotato i risultati. Qualcuno è venuto da me preoccupatissimo perché lo zucchero che aveva messo a scaldare sul coccio era sparito. Mi chiedeva dove aveva sbagliato. Alla fine abbiamo commentato la tabella dei risultati.

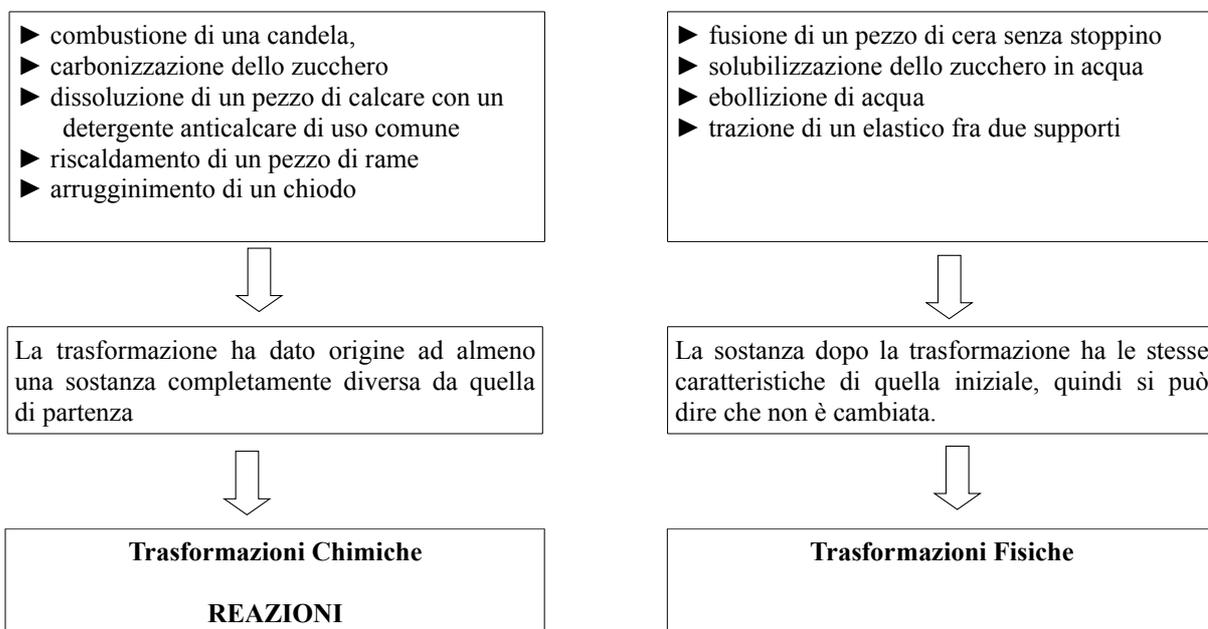
Trasformazioni	Sostanze coinvolte nella trasformazione	Sostanze prodotte dalla trasformazione
<i>Combustione di una candela sotto un becker grande rovesciato</i>	<i>Cera della candela con stoppino + aria</i>	<i>Non siamo in grado di osservare niente</i>
<i>Combustione di una candela tenendo sopra alla fiamma un becker piccolo rovesciato senza coprirlo completamente.</i>	<i>Cera della candela con stoppino + aria</i>	<i>Formazione di gocce di condensa sulle pareti del becker, forse acqua</i>
<i>Riscaldamento con bunsen a fiamma alta (ossidante) di una punta di spatola di zucchero su coccio.</i>	<i>Zucchero + calore</i>	<i>Scompare tutto (questo crea molta curiosità negli allievi)</i>
<i>Reazione del calcare con anticalcare in una provetta e riconoscimento del gas con la prova del fuscillo acceso</i>	<i>Calcare + anticalcare</i>	<i>Effervescenza (sviluppo di gas). Il gas è biossido di carbonio.</i>
<i>Reazione del calcare con acido fosforico in una provetta e riconoscimento del gas con la prova del fuscillo acceso</i>	<i>Calcare + acido fosforico</i>	<i>Effervescenza (sviluppo di gas). Il gas è biossido di carbonio.</i>

Un percorso didattico per la 1° classe del Biennio Istituto Tecnico Industriale

I nuovi risultati hanno caratterizzato alcune sostanze ottenute dalle trasformazioni, confermando che esse sono completamente diverse dalle sostanze di partenza.

Invece per alcune trasformazioni è stato possibile dimostrare che la sostanza finale appare o ha le stesse caratteristiche di quella iniziale.

Sulla base di queste caratteristiche ho chiesto agli allievi di separare le trasformazioni svolte in laboratorio in due gruppi. A questo punto la classificazione è proceduta senza alcun dubbio.



Terminologia delle reazioni:

Sostanze di partenza = reagenti
Sostanze formate dopo la reazione = prodotti
Simbolo della reazione = \longrightarrow

REAGENTI \longrightarrow **PRODOTTI**

Valutazione

Gli allievi sono stati valutati sulla base del rispetto degli impegni presi, del livello di coinvolgimento e partecipazione nelle fasi di discussione in gruppo per progettare attività sperimentali o ipotizzare soluzioni, della serietà e la perizia con la quale hanno condotto gli esperimenti. I criteri di valutazione sono stati esposti agli alunni preliminarmente.

Sono state utilizzate anche verifiche scritte strutturate come studi di caso.

Esempio di verifica:

Verifica sulle Trasformazioni della Materia

Hai deciso di trascorrere il fine settimana in montagna. Appena scendi dall'auto e ti avvii verso la baita, inizia a nevicare. La baita è fredda ma ha un grande camino: accumuli la legna, la accendi e finalmente il tepore del fuoco riscalda la stanza. Poiché ormai è l'ora di pranzo, metti sul fuoco del camino un paiolo di rame pieno d'acqua. Aspetti che l'acqua bolla ma nel frattempo ti accorgi che il fondo esterno del paiolo di rame è diventato nero. Che cosa sarà successo?

- Quali trasformazioni individui in questa descrizione?*
- Prova a classificarle come trasformazioni chimiche o fisiche.*
- Per le trasformazioni chimiche quali sono i reagenti e quali i prodotti?*
- Scegli una o più trasformazioni fatte in laboratorio che ti sembrano comparabili con quelle individuate in questo caso.*

Esito della sperimentazione

Ho adottato nella 1° classe ITIS un percorso di costruzione di competenze in pieno accordo con il Lavoro del Gruppo Biennio Scuola Superiore della Commissione Curricoli servendomi della metodologia didattica del Piano ISS Insegnare Scienze Sperimentali dal primo all'ultimo giorno dell'anno, con un lavoro faticoso e nei primi mesi poco gratificante perché all'inizio non portava ai risultati attesi. Invece il bilancio di fine anno è stato positivo perché solo gli allievi che hanno deciso di abbandonare la scuola, avevano in Chimica una valutazione negativa.

Ho capito da tanti segnali manifestati che alcuni studenti si sono appassionati alla disciplina ed infine ho avuto un riscontro oggettivo del loro pensiero in un questionario di indagine. Il questionario è stato distribuito a tutti gli allievi delle prime classi nell'ambito di un progetto di riorientamento avviato a circa un mese e mezzo dalla fine della scuola, quindi indipendentemente dal Piano ISS. Agli alunni è stato chiesto fra l'altro quali erano le materie che amavano di più e quelle che detestavano. Nella classe in questione circa un terzo ha inserito la Chimica fra le discipline più amate ed uno solo fra quelle odiate dando la motivazione che non riusciva a comprenderla. Con mia grande soddisfazione, proprio questo allievo, nell'ultimo mese e mezzo ha avuto un cambiamento incredibile di interesse e impegno ed ha ottenuto ottimi risultati di apprendimento.

Conclusioni

Se un percorso didattico funziona nell'accompagnare gli allievi verso la costruzione di competenze può essere verificato soltanto attraverso una sperimentazione diffusa e riproducibile, per quanto può essere riproducibile l'insegnamento in cui il primo attore, il docente, mantiene sempre un aspetto soggettivo. La mia esperienza riguarda solo una classe, in cui mancava completamente la componente femminile, dove i problemi individuali spesso esulavano dal disagio scolastico ed erano più collocabili nel contesto familiare e sociale. Nonostante le condizioni non proprio favorevoli, la chimica insegnata in modo più partecipato e coinvolgente è stata accolta amichevolmente dalla mente degli allievi: nessuno l'ha odiata e tutti hanno percepito che il raggiungimento di quelle competenze era alla loro portata.

Il prossimo anno li ritroverò in seconda classe e continueremo il percorso con la speranza che il gusto per la Chimica diventi per qualcuno di loro una passione per la vita, ma che in ogni caso tutti pensino a questa disciplina come una semplice, chiara e affascinante chiave interpretativa del mondo in cui viviamo.

Riferimenti bibliografici

- F. De Bartolomeis *Lavorare per progetti* La Nuova Italia Firenze, 1989
- R. Grassi, D. Pinzani, P. Ruffo, A. Tonini. "La didattica per progetti nella scuola secondaria: caratterizzazione chimico fisica e consolidamento dello stucco forte veneziano" Portale GOLD
http://old.bdp.it/gold_m/morandi/archivio/index.php?action=read_esperienza_src&id_esperienza=BDP-GOLD0000000001F22AF#
- H.A.Bent, *Should the mole concept be X-rated?* J. Chem. Educ., 1985, 62, 59
- H.A.Bent, *Should we teach the mole?* J.Chem. Educ, 1987, 64, 192
- F. Quartapelle (a cura di) *La didattica per progetti* Franco Angeli Milano, 1999
- W. H. Kilpatrick *I fondamenti del metodo* La Nuova Italia Firenze, 1962
- E. Damiano (a cura di) *Insegnare con i concetti* SEI, 1995
- E. Damiano (a cura di) *Guida alla Didattica per Concetti* Juvenilia, 1995
- Kurt Lewin, *La teoria, la ricerca, l'intervento*, Ed. Il Mulino, 2005
- F. Olmi, *Il Piano ISS e i suoi Indicatori nel nuovo quadro istituzionale scolastico*, Conferenza di apertura del Piano ISS nei Presidi della Toscana, IIS "Leonardo da Vinci"- Firenze, 22 gennaio 2007.
- Decreto del Presidente della Repubblica n.275, *Regolamento recante norme in materia di autonomia delle istituzioni scolastiche, ai sensi dell'art. 21 della legge 15 marzo 1997, n. 59*, 8 marzo 1999.
- Parlamento Europeo e Consiglio, *Raccomandazione relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente*, 18 Dicembre 2006.
- Ministero della Pubblica Istruzione, *Indicazioni per il Curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione*, Roma, settembre 2007.
- Ministero della Pubblica Istruzione, *Atti del 1° Seminario Nazionale del Piano ISS Insegnare Scienza Sperimentali Vol 1 e 2*, Milano, Napoli, Novembre-Dicembre 2006

Il curriculum di chimica proposto dalla DDSCI per il triennio non specialistico e i regolamenti dei percorsi liceali

Maria Vittoria Massidda

Istituto tecnico per Attività Sociali – Cagliari
vmassidda@tiscali.it

Riassunto

La scuola è una comunità educativa che dovrebbe creare le condizioni favorevoli affinché gli studenti acquisiscano competenze. Nelle indagini OCSE PISA per le scienze il livello di competenza scientifica degli studenti italiani è molto basso, il rapporto nazionale segnala carenze che andrebbero colmate. Nonostante ciò la riforma dei Licei presenta quadri orario che penalizzano le materie scientifiche. In alternativa la DDSCI propone un curriculum verticale di chimica che indica traguardi di apprendimento propri di un profilo educativo liceale, individua nuclei fondanti specifici e trasversali e declina le competenze secondo il quadro di riferimento OCSE PISA 2006. Nelle pagine che seguono vengono espresse considerazioni sull'interpretazione delle indicazioni curriculari della DDSCI e sulle scelte disciplinari, si chiude con la formulazione di un giudizio sostanzialmente positivo.

Introduzione

La scuola è una comunità educativa in cui i giovani trascorrono molte ore della propria giornata. Una comunità educativa si contraddistingue perché favorisce la crescita, stimola il pensiero autonomo, aiuta a individuare problemi e ricercare risposte, offre strumenti per affrontare ricerche, costruisce esperienze, apre prospettive, indirizza interessi, sviluppa reti e interconnessioni cognitive, ordisce trame sociali e affettive, accresce le curiosità, costruisce e rafforza abilità, crea consapevolezza e sviluppa competenze.

Ma è veramente questo il ruolo svolto dalla nostra scuola secondaria? Quale livello di competenza viene sviluppato dai percorsi curriculari di tipo scientifico? Stando ai risultati delle indagini internazionali il livello di competenza dei quindicenni nelle scienze (così come nella lettura e nella matematica) è decisamente inferiore alla media OCSE. In *Pisa 2006* il punteggio medio degli studenti italiani nella scala complessiva di scienze è pari a 475 contro una media OCSE pari a 500, risultato peggiore rispetto alla media di 486 ottenuta nel 2003. “*L'Italia è tra i paesi OCSE (con l'eccezione di Messico e Turchia) quello con la maggior percentuale di studenti nei livelli più bassi, con più del 25% del campione al di sotto del livello base di literacy scientifica; (...) Per quel che riguarda l'Italia emerge come la competenza in cui risuliamo più deboli sia quella di Usare prove basate su dati scientifici e effettivamente, come vedremo nei paragrafi che seguono, i nostri studenti incontrano difficoltà a rispondere alle domande aperte e ad argomentare le proprie risposte. Un'altra debolezza degli studenti italiani riguarda la conoscenza sulla scienza, e quindi le capacità di comprendere le caratteristiche di un esperimento, e i metodi necessari per una interpretazione scientifica, capacità che sembrano meno sviluppate che in altri paesi. Infine come ambito disciplinare, otteniamo un risultato più positivo nella categoria Sistemi viventi che nelle altre, e questo fatto conferma sia la ricerca TIMSS 2003 svolta alla fine della Scuola media (in cui gli argomenti relativi alle Scienze della Vita erano quelli più svolti dagli insegnanti) sia quanto definito dai programmi nazionali, per cui nei Licei (che costituiscono come abbiamo visto più del 42% della popolazione, e sono quelli con migliori risultati) l'unica materia scientifica insegnata tradizionalmente nel biennio è la biologia.*”¹

Il rapporto nazionale su Pisa 2006 redatto dall'INVALSI è chiaro, oltre a valutare gli studenti, segnala carenze nella struttura e nei programmi scolastici.

Gli schemi di riforma della scuola secondaria superiore

Finalmente la scuola secondaria Superiore verrà riformata! Da anni attendiamo che le scienze abbiano un adeguato peso nei curricoli secondari, specialmente nei Licei. Attendevamo fiduciosi che le affermazioni contenute nei

1. **Le competenze in scienze, lettura e matematica degli studenti quindicenni. Rapporto nazionale PISA 2006 Capitolo 2 La competenza scientifica degli studenti** MICHELA MAYER http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2006.php?page=pisa2006_it_05

comunicati stampa del MIUR² si tradussero concretamente in adeguati spazi orari.

Il 28 maggio 2009 il MIUR ha reso pubblici gli schemi di riforma dei Tecnici e dei Professionali seguiti, il 12 giugno 2009, dai regolamenti per i Licei. Dal momento che voglio commentare le proposte della DDSCI relative all'insegnamento della chimica non specialistica nei trienni, limiterò le mie osservazioni ai Licei; infatti nel secondo biennio e nell'ultimo anno dei Tecnici e dei Professionali la chimica è presente solo come insegnamento specialistico di indirizzo.

Il quadro è sconcertante.

- La chimica compare come insegnamento autonomo solamente nel *Liceo Scientifico con opzione scientifico-tecnologica*, sono previste 2h settimanali nel 1° e nel 2° anno e 3h nel terzo, quarto e quinto anno. Non c'è nessun riferimento al laboratorio.

Mentre invece la chimica fa parte del raggruppamento indistinto di **Scienze Naturali** (Biologia, Chimica, scienze della Terra) nei seguenti licei:

- *Liceo artistico*: 2h settimanali nel terzo, quarto e quinto anno, nessun insegnamento nel primo biennio;
- *Liceo classico*: 3h settimanali nel terzo, quarto e quinto anno, nessun insegnamento nel primo biennio;
- *Liceo linguistico*: 3h settimanali nel terzo anno, preceduto da 2h nel 1° e nel 2° anno;
- *Liceo scientifico*: 3h settimanali nel terzo, quarto e quinto anno, preceduto da 3h nel 1° e nel 2° anno;
- *Liceo musicale e coreutico*: nessun insegnamento nel triennio, 2h nel 1° e nel 2° anno;
- *Liceo delle scienze umane*: 2h settimanali nel terzo, quarto e quinto anno, preceduto da 2h nel 1° e nel 2° anno.

Da ciò si ricava che lo spazio riservato alla chimica sarà minimo, limitato probabilmente a 66 ore nell'intero triennio del Liceo artistico, del Liceo classico e del Liceo delle Scienze umane (come dire che per un solo anno gli studenti faranno 2h settimanali di chimica), mentre nel così detto Liceo scientifico la chimica avrà a disposizione 99 ore nell'intero triennio (3 ore settimanali confinate in un solo anno, se tutto va bene). Nonostante la dichiarazione "**Liceo Scientifico**: è rafforzato l'insegnamento delle materie dell'area scientifica" il liceo scientifico non sarà molto diverso da quello attuale.

Che delusione! Le affermazioni ministeriali non trovano nessun riscontro nei quadri orari. Senza un monte ore settimanale adeguato è impossibile raggiungere i risultati di apprendimento citati nel profilo educativo. I risultati di Pisa 2006, commentati dall'INVALSI (il nostro Istituto nazionale per la valutazione del sistema educativo di istruzione e di formazione), vengono ignorati. Nonostante le carenze segnalate nel rapporto nazionale si mantiene invariata la situazione attuale: nel biennio dei licei la chimica e la fisica non sono considerate materie di base, e, in tre licei, compreso il liceo classico, manca del tutto l'area scientifica. Lo scoraggiamento è sostenuto ulteriormente dalla constatazione che la riforma della scuola è accompagnata dai tagli alla spesa mentre dovrebbe essere sostenuta da investimenti nelle strutture e nella formazione del personale.

Attendevamo un cambiamento nell'insegnamento/apprendimento delle discipline scientifiche nel senso indicato dalle indagini OCSE PISA, pensavamo che le Indicazioni Nazionali per il Curricolo del MIUR avrebbero potuto influenzare le didattiche con un messaggio chiaro e convincente seguito da un'adeguata formazione docente. Ma con questi quadri orario si ha l'impressione che si vogliano addossare sugli insegnanti tutte le responsabilità delle carenze formative in ambito scientifico nascondendo dietro la sacrosanta libertà di insegnamento le carenze strutturali del futuro sistema scolastico italiano. Al centro della riforma dovrebbero essere poste le competenze didattico-pedagogiche dei docenti: le metodologie di insegnamento-apprendimento innovative ed efficaci dovrebbero essere messe in pratica, i nodi concettuali propri della materia di insegnamento e le difficoltà epistemologiche dovrebbero essere proposti ai ragazzi nei modi in cui la ricerca didattica suggerisce, nella scuola stessa dovrebbe essere fatta realmente ricerca didattica come era previsto nel regolamento dell'autonomia scolastica.

Visti i documenti che anticipano la riforma ci si chiede se il *Profilo educativo, culturale e professionale dello studente* che accompagna lo schema di riforma sia stato un mero esercizio di scrittura slegato dalle finalità educative. Da una parte si propongono pochissime ore di insegnamento senza continuità fra la scuola secondaria di 1° grado e la scuola secondaria di 2° grado (vedi liceo classico) e dall'altra si sostiene una didattica laboratoriale (che richiede tempi lunghi per essere attuata), si afferma che la didattica laboratoriale è cosa diversa dal laboratorio e come conseguenza non si introduce l'attività di laboratorio nel liceo scientifico e neanche nel liceo scientifico con opzione scientifico-tecnologica! Nonostante sia risaputo che il successo dell'attuale liceo scientifico-tecnologico sta nel fatto che viene attuato per lo più negli Istituti tecnici dotati di attrezzati laboratori.

2. Il Ministero ha presentato la riforma con queste affermazioni:

Liceo Classico: sono rafforzati la lingua inglese e lo studio delle materie scientifiche.

Liceo Scientifico: è rafforzato l'insegnamento delle materie dell'area scientifica. Più matematica e materie scientifiche.

TECNICI : **Rafforzamento della cultura scientifica e tecnica attraverso**: + Matematica + Scienze e tecnologia + Lingua Inglese (con possibilità di introdurre insegnamento di 1 disciplina tecnica in lingua inglese)

Centralità dei laboratori. Saranno dei veri e propri centri di innovazione attraverso la costituzione di dipartimenti di ricerca

Il curriculum di chimica proposto dalla DDSCI per il triennio non specialistico

Il curriculum di chimica proposto dalla DDSCI

La DDSCI sostiene che “*La didattica laboratoriale è considerata oggi la metodologia più adatta per lo studio delle scienze: abitua ad osservare, ad affrontare situazioni problematiche, a formulare ipotesi, a cercare dati e costrutti teorici per comprovarne la validità; incoraggia ad argomentare; sviluppa atteggiamenti critici, abitua all'autonomia. E' essenziale quindi per sviluppare quelle competenze che possono consentire agli alunni di affrontare con successo gli studi universitari e di partecipare in modo critico alle scelte sociali ed economiche*”³. Affermazioni che sostengono le indicazioni curriculari proposte dall'associazione per la didattica della chimica e che, peraltro, condivido pienamente.

Curricolo verticale armonico. Il curriculum proposto dalla DDSCI si definisce *verticale e armonico*, due attributi necessari per uno sviluppo coerente dell'educazione scientifica dalla scuola primaria alla scuola secondaria di primo grado sino alla secondaria di secondo grado. Affinché l'apprendimento sia significativo il curriculum deve svilupparsi in senso verticale cioè deve favorire il superamento delle discontinuità inevitabili nel passaggio da un ciclo di studi all'altro, delle discontinuità tipiche delle fasi di crescita degli allievi dalla fanciullezza all'adolescenza, delle discontinuità insite nelle discipline (ad esempio, nella chimica gli aspetti sperimentali macroscopici si intrecciano con i modelli atomico-molecolari e con le teorie e il passaggio dagli uni agli altri rappresenta un importante ostacolo all'apprendimento).

Un curriculum verticale armonico aiuta a evitare ripetizioni, fratture e contraddizioni, favorisce un insegnamento a spirale centrato sulle competenze dello studente.

La proposta presuppone che l'insegnamento della chimica venga impartito in tutti i bienni con importanti ambiti di trasversalità, esprime chiaramente la richiesta/necessità che la chimica dia il suo importante contributo sin dal biennio dell'obbligo in tutti gli indirizzi tecnici e liceali della scuola secondaria di secondo grado. Ciò è coerente con un insegnamento delle scienze mirato all'apprendimento di concetti e processi, trasversali e specifici, volti allo sviluppo di competenze utilizzabili nei *contesti personali, sociali e globali* (OCSE PISA 2006⁴).

Sappiamo che in tali contesti la chimica è presente in modo massiccio ma lo schema di riforma ministeriale non riconosce il suo ruolo formativo e, per di più, non prevede un'area scientifica comune a tutti i bienni dell'obbligo, rendendo di fatto irrealizzabile la pratica di un curriculum verticale.

Finalità. Le finalità della chimica nel triennio non specialistico concordano con quelle riportate nel *Profilo educativo, culturale e professionale dello studente* del futuro liceo, sono centrate sulla consapevolezza critica delle potenzialità e dei limiti della scienza, sull'autonomia di scelta, sull'uso di modelli risolutivi e sulla consapevolezza dei loro limiti, sugli strumenti di indagine della complessità del mondo naturale e degli equilibri che li governano.

Nuclei fondanti procedurali trasversali. Ho letto con interesse i nuclei fondanti e vorrei fare alcune osservazioni sui nuclei fondanti procedurali trasversali proposti dalla Commissione Curricoli della DDSCI (osservazione, descrizione 'verbale, grafica, simbolica', lessico specifico, classificazione, analisi, sintesi, misura, modellizzazione, problematizzazione).

L'elenco proposto potrebbe dare un aiuto maggiore agli insegnanti se fosse accompagnato da esemplificazioni e precisazioni in ambito chimico. La DDSCI ha al suo attivo numerose pubblicazioni al riguardo e sarebbe utile e interessante che le indicazioni curriculari elaborate fossero accompagnate da esemplificazioni didattico-metodologiche.

Farò un esempio a proposito dei primi tre nuclei fondanti procedurali.

L'osservazione, la descrizione e l'uso di un lessico specifico fanno sostanzialmente parte delle procedure scientifico-sperimentali sostenute nell'insegnamento tradizionale, l'elenco precedente non aggiunge altro, non finalizza tali attività importantissime e non tiene conto delle specificità della chimica.

In chimica, come nelle altre scienze sperimentali, l'osservazione è indispensabile, ma la chimica differisce dalle altre scienze (fisica, scienze biologiche, scienze della terra) perché l'osservazione praticata dagli studenti, anche se attenta, mirata e ripetuta non può condurli a formulare i concetti (ad es. il concetto di elemento, composto, reattività legato alla struttura). Come sostiene Leonello Paoloni nel suo libro *Nuova Didattica della Chimica*⁵:

*“La peculiarità della chimica sta nell'essere priva di questa connessione diretta con il dato sensoriale: manca la possibilità di stabilire su tale base un legame tra **proprietà percepite** e **composizione**. Infatti i caratteri percepiti di un **corpo materiale** qualsiasi non consentono di stabilire che esso è un aggregato di **sostanze pure**. Il raggruppamento di tali caratteri per categorie qualitative non conduce ad associazioni mentali utili per definire i corpi stessi in termini di composizione e perciò riferibili in qualche modo alla chimica.”*

3. Introduzione al curriculum DDSCI per il triennio non specialistico. <http://www.didichim.org/?q=node/69>

4. Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica - quadro di riferimento di PISA 2006 Armando Editore OECD

5. Leonello Paoloni, *Nuova didattica della chimica*, un progetto per la scuola secondaria, Nuova edizione SCI 2005, pag. 90, 1^a edizione 1982.

L'osservazione insieme alla descrizione (verbale, grafica, simbolica) e all'uso del lessico specifico, sono competenze procedurali che costituiscono le basi per dare spiegazioni scientifiche, per argomentare su questioni scientifiche, per comunicare le spiegazioni scientifiche (OCSE PISA), e quindi meritano di essere finalizzate in tal senso. Senza commento, così come vengono proposte nel curriculum DDSCI, c'è il rischio che l'insegnante le proponga ai propri studenti come obiettivi minimi trascurando il fatto che tali competenze sono funzionali alla capacità di compiere indagini scientifiche. Sarebbe riduttivo se venissero utilizzate dagli studenti limitatamente alla dimostrazione di conoscere fatti e saper riferire informazioni tratte dai libri di testo.

Nuclei fondanti, competenze, abilità, conoscenze. La proposta per il triennio non specialistico presuppone che gli studenti abbiano acquisito competenze in ambito chimico già dal primo biennio. Sia nel biennio che nel triennio si fa riferimento ai due nuclei fondanti individuati per la chimica: *natura e struttura della materia, trasformazioni della materia*.

Vengono quindi elencate, in uno schema, competenze, abilità, conoscenze e si precisa che hanno un fine esemplificativo in quanto esse sono rimesse all'autonomia didattica del docente e alla programmazione del consiglio di classe.

Ritengo che tale precisazione potesse risultare necessaria nel momento in cui veniva redatto il testo della DDSCI in quanto allora non era noto il quadro strutturale in cui si sarebbe dovuta inserire la proposta curricolare. Ma, noti il regolamento, il *Profilo educativo, culturale e professionale dello studente* e i quadri orari, penso che gli obiettivi di apprendimento curricolari di un determinato indirizzo debbano essere vincolanti per il docente. Ricordo che secondo lo schema di riforma nei 12 licei (tanti sono se si tiene conto delle diverse sezioni, indirizzi e opzioni) è previsto che nel triennio si possa applicare una flessibilità sino al 30 % corrispondente a 5-9 ore alla settimana (che potrebbero corrispondere a 2-3 materie); ciò significa che il curriculum di uno stesso indirizzo differirà da una istituzione scolastica ad un'altra e potrà presentare diversità molto marcate nel territorio nazionale. Non ritengo che, a monte della quota di flessibilità, sia opportuno lasciare alla discrezionalità dei consigli di classe gli obiettivi specifici di apprendimento disciplinari che mirano a rendere unitario il sistema di istruzione nazionale.

Competenze. Nel curriculum della DDSCI le competenze vengono declinate secondo il quadro di riferimento di OCSE PISA 2006⁶: *individuare questioni di carattere scientifico, dare una spiegazione scientifica ai fenomeni, usare prove basate su dati scientifici*. Dallo schema non appare chiaro se tali competenze siano riferite esclusivamente alle abilità e conoscenze che sono affiancate nelle colonne a lato. Se così fosse e non fossero estese all'intero curriculum, si porrebbero dei limiti rigidi alla loro acquisizione. Sono competenze che poggiano su tutto il complesso disciplinare. Basti ricordare che l'enfasi posta da OCSE PISA su tali competenze viene giustificata con l'importanza che rivestono nella ricerca scientifica e richiedono il possesso di conoscenze sul mondo naturale (negli ambiti delle discipline) e di conoscenze sulla scienza in quanto tale (forma di conoscenza e di indagine). Un rigido schematismo (se si intende adottarlo) limita eccessivamente la proposta della commissione DDSCI che, ritengo, ha il merito di voler rileggere la chimica attraverso il filtro della definizione di literacy scientifica elaborata in ambito internazionale.

Se il documento è finalizzato a fornire materiali propositivi alla commissione ministeriale che elaborerà le indicazioni curricolari per i licei, allora potrebbe essere scritto in maniera meno schematica e riformulato utilizzando il linguaggio già usato nei documenti ministeriali per le indicazioni rivolte alla scuola secondaria di 1° grado. I traguardi per lo sviluppo trovano corrispondenza nelle competenze e gli obiettivi di apprendimento nelle abilità.

Abilità. Le abilità insistono sull'interconnessione macro-micro: lo studente arriva a interpretare le proprietà delle sostanze mediante il modello particellare, la struttura (atomico-molecolare) permette di prevedere proprietà di elementi e composti e, viceversa, la struttura può essere prevista attraverso i comportamenti delle sostanze. Viene qui individuato il nucleo centrale della chimica del triennio.

Tra le abilità vengono elencate conoscenze sulla scienza *“nella consapevolezza che tali ipotesi si basano sovente su modellizzazioni la cui affidabilità dipende dal grado di accuratezza con cui vengono raccolte le osservazioni”*⁷. Cioè si sviluppano competenze quali: *“Usare prove basate su dati scientifici. Interpretare dati scientifici e prendere e comunicare decisioni. Individuare i presupposti, gli elementi di prova e il ragionamento che giustificano determinate conclusioni. Riflettere sulle implicazioni sociali degli sviluppi della scienza e della tecnologia.”*⁸

Viene dedicata particolare attenzione ai contesti personali e sociali di utilizzo delle conoscenze chimiche: *“Saper utilizzare in sicurezza i materiali di uso domestico e professionale presenti in commercio, valutandone il grado di efficacia e/o di pericolosità sulla base della loro struttura chimica, del loro grado di purezza, della concentrazione delle soluzioni, della classe di pericolosità etc.”*

6. Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica - quadro di riferimento di PISA 2006 Armando Editore OECD

7. DDSCI: Indicazioni per il triennio non specialistico

http://www.didichim.org/download/Indicazioni%20triennio%20non%20specialistico_0.doc

8. Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica - quadro di riferimento di PISA 2006 Armando Editore OECD

Il curriculum di chimica proposto dalla DDSCI per il triennio non specialistico

L'uso della nomenclatura IUPAC è correlata alla sua funzionalità, il linguaggio delle formule e delle equazioni è legato alle considerazioni sulla struttura, sui gruppi funzionali e sulla reattività.

Viene ricomposta, in una visione unitaria della chimica, la tradizionale separazione tra chimica inorganica e chimica organica, infatti il comportamento chimico dei composti inorganici e organici viene incluso nel discorso della chimica generale. Ai composti del carbonio viene poi dato uno spazio ad hoc tenendo conto *“delle implicazioni per lo sviluppo e l'evoluzione della società”*.

Le considerazioni cinetiche e termodinamiche sugli equilibri chimici e sul verificarsi di una reazione chimica utilizzano concetti e procedure unificanti delle scienze⁹ come sistema, organizzazione, cambiamento e costanza, evoluzione ed equilibrio, forma e funzione.

Conoscenze. Le tematiche indicate hanno un fine esemplificativo e sono *“utili a perseguire conoscenze, teoriche e/o pratiche, funzionali alle abilità esplicitate”*, si basano su preconoscenze relative alla composizione della materia acquisibili nel biennio dell'obbligo e sostanzialmente sono riconducibili a: stati di aggregazione, struttura atomica, proprietà periodiche, legame chimico, interazioni molecolari, gruppi funzionali, specie organiche inorganiche, analisi e sintesi, nomenclatura IUPAC, sicurezza nel quotidiano, mole, concentrazione delle soluzioni, elettroliti, molecole della vita, reazioni chimiche, equazioni bilanciate, ossidoriduzioni, reazioni acido base, meccanismi di reazione, sistemi termodinamici, leggi della termodinamica, cinetica, equilibrio chimico, elettrochimica, fonti di energia. L'elenco è lungo e tranne il cenno al carattere esemplificativo, non vengono date indicazioni sul modo in cui il conseguimento di competenze e abilità devono correlarsi alle conoscenze. Sarebbero state utili delle note di accompagnamento, indicazioni di carattere didattico per sottolineare quali abilità siano da considerarsi irrinunciabili e quale ruolo svolgano le conoscenze per la loro acquisizione.

Conclusioni

Visti i quadri orari dei futuri licei, la proposta della DDSCI, nella sua forma integrale, potrebbe essere implementata solamente nel liceo scientifico e, con ulteriori approfondimenti, nel Liceo Scientifico tecnologico. Nel Liceo classico e artistico le indicazioni DDSCI per il triennio andrebbero ridimensionate e integrate con quelle del biennio.

Una lettura attenta e consapevole delle Indicazioni curriculari dimostra che la chimica può fornire un contributo utile alla riqualificazione dell'insegnamento scientifico della scuola italiana e sviluppa competenze ritenute irrinunciabili dal quadro di riferimento internazionale per la literacy scientifica.

Vorremmo che chimici esperti di didattica venissero inseriti nelle commissioni ministeriali (una associazione professionale di didattica disciplinare dovrebbe comparire fra i consulenti del Ministero) e che le scelte di politica scolastica fossero finalizzate all'acquisizione, da parte dei nostri giovani, di *“competenze ritenute essenziali nei paesi a sviluppo avanzato”*.

⁹ National Science Education Standards <http://www.nap.edu/catalog/4962.html>

Appunti a margine delle indicazioni per il curricolo verticale di chimica

Mercedes Filippi

Docente di biochimica e microbiologia - Indirizzo Biologico (prog. Brocca)
ITI "Lorenzo Cobianchi" - Verbania

Una prima rilevante considerazione da svolgere rispetto al segmento di curricolo in analisi riguarda la constatazione che, in base a quanto è dato di evincere dagli schemi di regolamento sulla riforma della secondaria superiore attualmente in circolazione, l'unico percorso scolastico in cui si potrebbe applicare appieno, estrinsecando tutte le sue potenzialità, risulta essere il Liceo Scientifico nell'opzione scientifico-tecnologica: questo è infatti l'unico indirizzo di studi in cui, in un triennio non specialistico, sia previsto l'insegnamento della chimica come disciplina a sé stante, preceduto dallo studio di questa materia anche al biennio (seppure con monte ore limitato a due sole ore settimanali). In tutti gli altri licei la chimica è inclusa, insieme a Biologia e Scienze della Terra, nell'insegnamento di Scienze Naturali, e quest'ultima disciplina ha sviluppo quinquennale solo nel Liceo scientifico e in quello delle scienze umane, mentre è presente esclusivamente al triennio nel piano degli studi dei Licei classico e artistico, nei primi tre anni di quello del liceo Linguistico e soltanto al biennio nel Liceo coreutico. Nel triennio poi (o meglio, nel secondo biennio e nell'ultimo anno, secondo la nuova scansione) degli indirizzi degli Istituti tecnici e professionali (con l'ovvia eccezione dell'indirizzo specialistico di "Chimica, materiali e biotecnologie") la chimica o non compare affatto, o viene declinata solo in termini strettamente tecnico-applicativi ("trasformazione dei prodotti", "chimica applicata" ...). Rimane ovviamente possibile ed auspicabile che, nei trienni dei licei dove è presente l'insegnamento di Scienze naturali, si possa, per la quota-parte dedicata alla chimica, trarre utile ispirazione dal curricolo proposto, pur riducendone proporzionalmente ed inevitabilmente il grado di realizzazione.

Per quanto riguarda il curricolo in sé, occorre innanzitutto osservare che gli esempi di abilità e conoscenze riportati appaiono molto ben individuati -quindi immediatamente utilizzabili ai fini del percorso di insegnamento e della relativa fase di verifica-, esaustivi secondo la tradizione della chimica insegnata a scuola (intesa come "sapere scientifico scolastico, oggetto di insegnamento ed apprendimento", come viene ben spiegato nell'introduzione), calibrati e "sensati" (cioè inseribili in un contesto significativo di relazioni con le altre conoscenze e competenze già acquisite) per il livello di studi considerato. Tali esempi possono dunque indubbiamente costituire un importante punto di riferimento ed una solida base di partenza per la programmazione da parte dei singoli insegnanti e dei Consigli di Classe.

Discorso a parte quello delle competenze, il cui livello, specialmente nella versione OCSE PISA, è così elevato e il cui carattere è tanto generale e trasversale da renderne manifesta da un lato l'attinenza generale di ciascuna di esse, senza esclusione, a tutte le abilità portate ad esempio e dall'altro la perfetta declinabilità anche negli altri ambiti disciplinari scientifici (fisica, scienze della terra, biologia): ciò rende particolarmente importante porre attenzione alla costruzione di un curricolo integrato, che coinvolga almeno le altre discipline scientifiche sperimentali del corso, secondo le linee già auspiccate dalla Commissione Curricoli nella premessa generale.

Analizzando poi un poco più nello specifico gli esempi di abilità riportati nel curricolo, la mia formazione di biologa me ne ha fatte saltare all'occhio alcune che presentano evidenti agganci con le scienze della vita ("aver consapevolezza della modellizzazione con la quale vengono interpretati i cicli biogeochimici degli elementi e i processi attraverso i quali si mantengono le condizioni di equilibrio nei sistemi ambientali", "assumere dalla trama della chimica generale applicata ai composti organici i concetti e le procedure che conducono alla comprensione delle caratteristiche delle molecole che entrano a far parte degli organismi viventi e dei processi che generano o trasformano queste molecole -fotosintesi, respirazione-"). Ritengo di cruciale importanza, specie nel caso in cui la chimica e la biologia vengano insegnate da docenti diversi, che l'approccio allo studio delle biomolecole e a maggior ragione delle loro trasformazioni metaboliche, -per non parlare degli equilibri ambientali!-, tenga sempre conto dei *sistemi* in cui sono inserite ed integri il riferimento alle scienze della vita, per esplicitare opportunamente la concezione dei *livelli gerarchici di organizzazione dei viventi* (dalle molecole alle strutture cellulari, dalle cellule fino agli ecosistemi): solo in questo modo, infatti, si può contribuire a formare il necessario quadro di riferimento per la reale comprensione dei fenomeni studiati in tutta la loro complessità, per cercare cioè di promuovere l'individuazione delle nuove proprietà che via via emergono salendo di livello in livello nei sistemi che si organizzano secondo gradi crescenti di complessità. In altre parole, il livello molecolare costituisce sicuramente la base della descrizione, ma non basta da solo a spiegare le proprietà che ritroviamo nell'organizzazione dei viventi ai livelli superiori, e questo concetto va a mio giudizio costantemente ribadito per favorire la formazione di una mentalità scientifica che sappia tener conto della complessità.

Appunti a margine delle indicazioni per il curriculum verticale in chimica

Un paio di considerazioni, infine, per ciò che riguarda le attività laboratoriali.

La prima riguarda il fatto che, differentemente dalla precedente versione all'interno dei progetti "Brocca", nel Liceo Scientifico ad opzione scientifico-tecnologica non è prevista la figura dell'insegnante tecnico-pratico in affiancamento al docente di chimica e ciò inevitabilmente crea, dal punto di vista dell'organizzazione e della gestione delle attività laboratoriali, nuove criticità, che si vanno ad aggiungere a quelle eventualmente generate dalla scarsità della dotazione strumentale in certi casi riscontrabile in contesti liceali.

L'ultima osservazione, più generale, è relativa alla didattica laboratoriale in senso lato. Penso che ormai si possa senza dubbio convenire sul fatto che, come ben detto nella presentazione di questo curriculum di chimica per il triennio non specialistico, essa sia "la metodologia più adatta per lo studio delle scienze" in quanto "abituata ad osservare, ad affrontare situazioni problematiche, a formulare ipotesi, a cercare dati e costrutti teorici per comprovarne la validità", "incoraggia ad argomentare", "sviluppa atteggiamenti critici, abitua all'autonomia". Fondamentale mi sembra, però, in questo contesto, l'attività di *progettazione delle esperienze* da parte dell'insegnante. Proprio la complessità del reale, anche nell'osservazione del più apparentemente semplice dei fenomeni, rischia di ingenerare (esperienza personale da studentessa ai bei vecchi tempi) confusione e frustrazione nel momento in cui se ne chieda un'interpretazione: elevatissime sono le preconcose doti di astrazione, modellizzazione, originalità di pensiero (vogliamo dire genialità?) messe in gioco dal ricercatore nell'indagine della natura. Ed è qui che si manifesta, ancora una volta, l'importanza del ruolo dell'insegnante, che fa da mediatore tra la "disciplina scientifica" e la "materia scolastica", e in particolare, in questo caso, tra il "laboratorio di ricerca" e il "laboratorio didattico": cruciale è infatti la professionalità del docente nel predisporre esperienze "sensate" rispetto alle "potenzialità cognitive" ed ai "concreti bisogni formativi" citati nell'introduzione, individuando in particolare le *variabili da escludere dall'esperimento*, in quanto tenute (artificialmente ma in modo funzionale alla didattica) sotto controllo, e quelle (significative, gestibili, comprensibili) da lasciare invece alla libera sperimentazione degli studenti e vero, unico oggetto dell'indagine e del tentativo di interpretazione. Chiaramente la complessità delle esperienze e quindi il numero di *variabili lasciate in gioco* potranno essere opportunamente aumentati in proporzione al livello di scolarità degli allievi.

Il curriculum verticale di chimica: il caso degli Istituti Agrari

Cristina Duranti

Istituto Tecnico Agrario di Pisa e-mail:c.duranti@katamail.com

Lo stato attuale dell'Istruzione agraria

Per cercare di orientarsi nel quadro di un Istituto tecnico agrario mi pare opportuno partire dal profilo finale del Perito agrario per farci un'idea di quanta e quale chimica sia coerente con questo curriculum.

Il perito agrario¹ è un professionista la cui attività è disciplinata per legge² per legge e che può esercitare la professione se iscritto all'Albo dei Periti agrari.

Il perito agrario è una figura tecnica riferita alle piccole e medie aziende assai più complessa del passato perché alle sue tradizionali competenze (agronomiche, zootecniche e delle trasformazioni) si sono aggiunte quelle relative alla salvaguardia del territorio e del paesaggio, all'impatto ambientale delle industrie e delle attività agricole e dell'uso razionale delle risorse naturali ed energetiche.

I nuclei professionali centrali della figura del perito agrario sono:

- 1.le produzioni vegetali
- 2.le produzioni animali
- 3.le trasformazioni dei prodotti agroalimentari
- 4.l'economia e l'estimo agrario

La chimica in questo quadro è una disciplina formativa ma anche professionalizzante già nel biennio anche se non ha il ruolo di centralità che le spetta negli indirizzi chimici. Essenzialmente ha funzione "di servizio" nel senso che fornisce gli strumenti di base per le materie d'indirizzo ed elettivamente per le tecnologie agroalimentari in cui le conoscenze chimiche sono, invece, prerequisiti ineludibili.

Prendiamo i titoli delle prove scritte all' Esame per l'iscrizione all'albo dei Periti agrari:

1. *"Il candidato illustri e discuta i criteri da seguire nella pratica del razionamento alimentare dei bovini da latte in fase di lattazione, per ottimizzare la produzione sotto il profilo sia quali-quantitativo che di costo. "*

2. *" Il candidato, scelti i dati tecnico-economici necessari, determini il costo di trasformazione di un fondo rustico da seminativo a orto-irriguo, previa opera di captazione idrica e relativo impianto fisso di irrigazione, per la coltivazione di ortaggi a pieno campo. "*

Il contesto è decisamente altro da quello di un Perito chimico e questo rafforza le motivazioni di un insegnamento chimico contemporaneamente non specialistico e non generico come quello di un Liceo. Domandiamoci, infatti, quali preconcoscenze di carattere chimico sono necessarie per svolgere i temi suddetti. Troviamo nodi concettuali importanti con altrettanto importanti implicazioni interdisciplinari come: chimica sostanze organiche e bioorganiche, aspetti essenziali della biochimica della nutrizione, composizione chimica dei prodotti alimentari, analisi fisica e chimica del suolo (pH, sostanza organica, calcare), analisi dei concimi e qualità dell'acqua per uso irriguo.

Per avere un quadro informativo ragionevolmente completo è necessario spendere anche qualche parola sugli Albi dei Periti agrari e sui curriculum più diffusi.

Le norme attualmente in vigore per l'iscrizione all'Albo dei Periti Agrari³, così come per i Periti industriali, prevedono l'accesso sia ai Diplomi degli istituti agrari sia ai laureati triennali⁴ delle corrispondenti facoltà universitarie. Queste

1. Legge 21 febbraio 1991, n. 54 "Modifiche ed integrazioni alla legge 28/03/68 n. 434 concernente l'ordinamento della professione di perito agrario", pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 49 del 27/02/1991.

2. Legge 4 dicembre 1993, n. 491 "Riordinamento delle competenze regionali e statali in materia agricola e forestale e istituzione del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali", pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 285 del 04/12/1993.

3. Decreto del Presidente della Repubblica 5 giugno 2001, n. 328 "Regolamento attuativo dell'art. 1, comma 18 della legge 4/99 – Modifiche e integrazioni della disciplina dei requisiti per l'ammissione all'esame di stato e delle relative prove delle professioni di dottore agronomo e dottore forestale, agrotecnico, architetto, assistente sociale, attuario, biologo, chimico, geologo, geometra, ingegnere, perito agrario, perito industriale, psicologo, nonché della disciplina del relativo ordinamento" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 190 del 17/08/2001.

4. Legge 1 agosto 2002, n. 173 "Conversione in legge, con modifiche, del Decreto legge 10 giugno 2002, n.107, recante disposizioni urgenti in materia di accesso alle professioni" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n.184 del 07/08/2002.

Il curriculum verticale di Chimica: il caso degli Istituti Agrari

diverse tipologie d'accesso fanno sì che le funzioni legalmente riconosciute al professionista agrario non siano tutte riferibili alla preparazione effettivamente conseguibile in un corso preuniversitario.

Quindi, competenze professionali che, ad esempio, ci interessano più da vicino come “la consulenza, le stime di consegna e riconsegna, i controlli analitici per i settori di specializzazione enotecnici, caseari, elaiotecnici ed altri”⁵, se intese nel senso di effettuare analisi chimiche strumentali per la caratterizzazione dei prodotti agroalimentari, riguardano i laureati triennali più che i diplomati considerando che nessuno dei quadri orari attualmente in adozione (vedi tabelle allegate) consente di raggiungere una preparazione così raffinata nel campo della chimica analitica. Nell'istruzione tecnica, questo è un terreno proprio del perito chimico che, infatti, è la figura costantemente presente nei laboratori di analisi degli alimenti ai quali si rivolgono le piccole e medie aziende agrarie durante i periodi cruciali delle produzioni e per i controlli di routine e nei laboratori d'analisi delle grandi aziende dell'agroindustria.

È proprio, invece, del perito agrario svolgere semplici e rapide analisi in campo per effettuare controlli di massima e per decidere se e quando far svolgere determinazioni analitiche più affidabili oppure per dare avvio a determinate fasi di un processo produttivo.

Nell'istruzione agraria è presente una discreta varietà di piani di studio, testimonianza dei vari tentativi di riforma della scuola che si sono succeduti nel tempo ma, di questi, i più diffusi sono il cosiddetto corso ordinario, con o senza PNI, il più vecchio e il più datato, e il Progetto Cerere, che si distingue per le aree modulari che caratterizzano le curvature agroterritoriale, agroambientale, agroalimentare della valorizzazione delle produzioni zootecniche.

Osservando tali quadri orari, rimaniamo colpiti dalla estrema frammentazione delle materie sconosciuta ad altri indirizzi dell'istruzione tecnica; gli insegnamenti d'indirizzo fanno riferimento a ben cinque classi di concorso A012, A058, A060, A074 e A072 ed anche questa è una situazione singolare.

Per quanto mi concerne, non è in dubbio la necessità di razionalizzare i curricoli eliminando l'attuale dispersione degli insegnamenti ed anche la non giustificata varietà dei molteplici sottoindirizzi ma su questo tornerò dopo.

Le esigenze del curriculum

Dal profilo del perito agrario appena delineato nasce il problema didattico di come organizzare il curriculum verticale di chimica conciliando l'adeguatezza dei contenuti con l'età ma avendo contemporaneamente la consapevolezza che gli strumenti e i concetti di base devono essere forniti nei primi tre anni del corso di studio perché il biennio terminale sarà dedicato allo studio delle tecnologie agroalimentari.

Il biennio dovrà avere carattere formativo ma con un occhio attento a selezionare esempi e problemi dal mondo agricolo anche perché, specialmente in alcune zone ad alta vocazione agricola, abbiamo allievi già legati alla produzione perché provenienti da famiglie proprietarie di piccole e medie aziende o comunque impegnate nel mondo rurale.

Tra i nodi concettuali da introdurre precocemente e da sviluppare lungo tutto l'arco del quinquennio c'è sicuramente quello delle reazioni acido-base.

Altrettanta centralità spetta ai processi elettrochimici collegati ai fenomeni di corrosione dei materiali metallici, a processi metabolici come respirazione fermentazioni e fotosintesi, alle alterazioni degli alimenti.

Un problema delicato è quello della chimica organica: si tratta infatti di trovare un ragionevole equilibrio tra la necessità di fornire un quadro concettuale sufficientemente approfondito da mettere l'allievo in grado di riferirsi a modelli che consentano di fare delle previsioni sulla reattività dei composti organici naturali senza tuttavia inoltrarsi negli aspetti più astratti dei meccanismi di reazione. Per esemplificare: è necessario che l'allievo colleghi alla presenza dei doppi legami alle reazioni di addizione per spiegare, ad esempio, la diversa tendenza all'irrancidimento dei lipidi saturi rispetto a quelli insaturi. Non è affatto necessario entrare nel merito del meccanismo dell'addizione, della teoria dei carbocationi e via dicendo.

Un'ipotesi per un possibile sviluppo verticale del curriculum di chimica è contenuta nei due quadri: Chimica per il biennio agrario e Chimica per il triennio agrario.

Le due ipotesi raccolgono il lavoro della Commissione curricoli per gli indirizzi non specialistici con le integrazioni/sottrazioni del caso.

Credo sia abbastanza scioccante il “taglio” delle leggi dei gas ma, a parte che questo è un argomento che può essere incluso nella programmazione di Fisica, va detto che i sistemi che interessano di più nel nostro campo sono le soluzioni e gli equilibri in soluzione.

nel triennio compare la parte specialistica caratterizzante l'indirizzo agrario e cioè le tecniche agroalimentari e le industrie agrarie; in entrambi i casi c'è una forte connessione con la chimica analitica. va ricordato ancora una volta che il perito agrario non ha il compito di scegliere la tecnica più idonea, impostare il metodo di analisi e formulare protocolli quanto quello di eseguire semplici controlli sul campo mediante strumenti a basso costo (rifrattometro tascabile, ebullimetro di malligand, lattodensimetro di quevenne, butirrometro di gerber, densimetro di babo, phmetro portatile) per prendere decisioni agronomiche o per procedere ad incaricare altri ad effettuare analisi. è irrinunciabile, invece, che conosca i principi su cui si basano gli strumenti per individuare eventuali anomalie e che sia in grado di

5. Art.2 Legge 21 febbraio 1991, n. 54

interpretare i risultati di una campagna d'analisi per operare scelte produttive e accertare il rispetto delle norme haaccp ed i dettati dei disciplinari di produzione.

Questioni di metodo

Concordo pienamente con le considerazioni contenute nell'introduzione della Proposta di curriculum verticale per il triennio non specialistico "La didattica laboratoriale è considerata oggi la metodologia più adatta per lo studio delle scienze: abitua ad osservare, ad affrontare situazioni problematiche, a formulare ipotesi, a cercare dati e costrutti teorici per comprovarne la validità; incoraggia ad argomentare; sviluppa atteggiamenti critici, abitua all'autonomia. È essenziale quindi per sviluppare quelle competenze che possono consentire agli alunni di affrontare con successo gli studi universitari e di partecipare in modo critico alle scelte sociali ed economiche.

Con questa metodologia l'insegnamento della Chimica può contribuire a rafforzare lo sviluppo delle otto competenze chiave per la cittadinanza da acquisire al termine dell'istruzione obbligatoria (.....) ed a consolidarle. "

Aggiungo anche che quando si parla di approccio laboratoriale non s'intende tanto una sorta di attivismo sperimentale "perché si deve far tutto in laboratorio" quanto che l'atteggiamento ed il clima che si instaura tra docente e discenti è quello di un atelier dove circolano idee, interpretazioni, dubbi che alla fine l'insegnante coagula e porta a sintesi.

A me pare che il fermento più fecondo di questa impostazione sia quello di superare decisamente la distinzione tra lezione teorica e lezione pratica. È un particolare tutt'altro che trascurabile perché non corrisponde affatto alla prassi più diffusa, sicuramente negli Istituti agrari, che comporta che il docente tecnico-pratico prenda in consegna l'allievo dal docente "teorico", lo alleni ad eseguire delle operazioni per attribuirgli un voto "pratico" talvolta con una programmazione parallela non sempre in sintonia con quella del docente "teorico".

È il retaggio dei vecchi istituti tecnici nei quali la parte addestrativa aveva ampio spazio nel quadro orario e, per la verità, aveva anche una sua ragion d'essere nel fatto che al perito erano proprio richieste quel tipo di prestazioni. Se ne trova tuttora traccia anche in molti libri di testo di laboratorio⁶ dallo storico Lotti Galoppini all'attuale e molto diffuso Sicheri⁷.

Esemplifico. La classificazione merceologica degli oli d'oliva impone la determinazione dell'acidità libera; i manuali di laboratorio per periti agrari riportano:

%acido oleico = $\frac{V * M * 28,2}{P}$ dove V= mL di soluzione di KOH usati, M = molarità della soluzione di KOH e

P = peso in g dell'olio

Ora è evidente che, a parte il perseverare a chiamare peso la massa, non c'è bisogno di particolari requisiti per infilare ciecamente dei numeri dentro una formula e ricavare un risultato!

Ma quel 28,2 da dove salta fuori?

Invece quando si determina l'acidità totale di un vino

acido tartarico/L= $\frac{a * 75 * N}{V}$ dove a=mL di soluzione di NaOH usati, N = normalità della soluzione di NaOH e

V = mL di vino, sembra una cabala!

Oggi serve imparare a imparare per poter rientrare più volte nella vita lavorativa nel ciclo formativo.

Va, a parer mio, riconsiderato anche il ruolo e la fisionomia professionale dell'insegnante tecnico-pratico facendo notare che gli ITP sono, al momento, gli unici insegnanti non laureati nel nostro sistema scolastico e paradossalmente ciò accade proprio al livello di scuola secondaria di II grado! Non credo che sia fuori di luogo pensare di potenziare questa figura richiedendo almeno una laurea triennale come titolo d'accesso, naturalmente fermi restando i diritti acquisiti. Del resto già ora parecchi ITP sono laureati e talvolta hanno conseguito lauree specialistiche o vecchio ordinamento.

Ora, se nell'istruzione professionale può avere addirittura senso anche una cattedra tecnico-pratica nella logica della formazione di tipo di scuola, francamente non ne colgo l'utilità nell'attuale istruzione tecnica.

La soluzione mi sembra semplice e a portata di mano: prevedere il pieno e organico coinvolgimento di entrambi i docenti nel concordare la programmazione didattica, i metodi e la valutazione degli allievi.

Conoscenze, abilità e competenze

Da almeno una dozzina d'anni si va discutendo dei tre termini e di ciò che essi significano nell'insegnamento intendendo che cosa sia ragionevolmente misurabile e valutabile. In altri termini con quali strumenti si accerta e con quali criteri si valuta se l'allievo ha maturato conoscenze, abilità e competenze.

La Commissione curricula ha adottato le seguenti definizioni:

"Conoscenze": indicano il risultato dell'assimilazione di informazioni attraverso l'apprendimento. Le conoscenze sono

6. Lotti, Galoppini Esercitazioni di chimica, Edagricole, Bologna, 1984

7. Sicheri Esercitazioni di laboratorio chimico-agrario, Hoepli, Milano, 2001

Il curricolo verticale di Chimica: il caso degli Istituti Agrari - Biennio

l'insieme di fatti, principi, teorie e pratiche, relative a un settore di studio o di lavoro; le conoscenze sono descritte come teoriche e/o pratiche.

“Abilità”, indicano le capacità di applicare, conoscere e di usare know-how per portare a termine compiti e risolvere problemi; le abilità sono descritte come cognitive (uso del pensiero logico, intuitivo e creativo) e pratiche (che implicano l'abilità manuale e l'uso di metodi, materiali, strumenti).

“Competenze” indicano la comprovata capacità di usare conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e/o metodologiche, in situazioni di lavoro o di studio e nello sviluppo professionale e/o personale; le competenze sono descritte in termini di responsabilità e autonomia.

Aggiungerei, proprio per evitare equivoci, la definizione di “Capacità”: indica il grado di potenzialità presente in un organismo o in un sistema per portare a termine un compito fisico o mentale”⁸,

Capacità non va confusa con abilità.

Ora, mentre concordo con le definizioni sopra ricordate, trovo azzardato proporre un'insieme di competenze slegate dai quadri di riferimento concreti quando non c'è accordo su come misurarle e mentre nel mondo della scuola circolano le più varie interpretazioni del termine; nella mia esperienza devo registrare che le competenze sono molto spesso interpretate come “saper fare” cioè come abilità.

Nelle tavole allegate a questo lavoro, però, non mi sono sottratta a seguire l'impronta adottata dalla Commissione.

Una competenza richiede acculturazione (conoscenze e abilità) e caratteristiche individuali che mettano il soggetto in grado di risolvere problemi in situazioni reali. Nella competenza sono insite le capacità del soggetto cioè le sue potenzialità individuali non direttamente dipendenti dalla sua carriera scolastica ma coinvolgenti tutta la sua storia, la sua unicità d'individuo, i suoi talenti. La scuola ha il compito di far maturare le capacità individuali. Ed è proprio questa componente personale che rende difficile l'accertamento di una competenza in ambito scolastico e soprattutto la sua valutazione quando si confrontano soggetti che, pur avendo raggiunto analoghi livelli di apprendimento (sapere) e di abilità (saper fare), esprimono competenze diverse.

Il lavoro più interessante sull'argomento che ho trovato in questi anni è il saggio di Pellerey “Il portafoglio formativo progressivo come nuovo strumento di valutazione delle competenze”⁹ ancora freschissimo nonostante i suoi dieci anni. Ebbene, l'autore propose l'allestimento del portafoglio come strumento per la valutazione delle competenze: purtroppo il modo avventato ed autoritario con cui fu introdotto al tempo della riforma Moratti delle Scuole primarie e secondarie di I° grado ha screditato tale strumento prima ancora che ne fossero sperimentati validità e limiti eventuali. Il nodo centrale della valutazione di una competenza, secondo Pellerey è che “..... lo sviluppo di una competenza implica che non si può osservare una prestazione corrispondente finché tale competenza non sia matura. Tuttavia, il fatto che non osserviamo una prestazione attesa non indica l'assenza di competenza (molte possono essere le ragioni per questa assenza: distrazione, stanchezza, sovraccarico emozionale, ecc.). Solo la presenza di una prestazione è prova dell'esistenza della competenza relativa. Il non rilevamento di una prestazione, di per sé, non vuol dire nulla.”

Nella valutazione delle competenze occorre basarsi su una pluralità di fonti di informazione sull'integrazione tra aspetti soggettivi, oggettivi e intersoggettivi. Per esempio, un ruolo decisivo è giocato dagli atteggiamenti e dalla motivazione: ma soprattutto sono le caratteristiche di dinamicità, multidimensionalità e flessibilità che ci creano problemi di valutazione.

Sappiamo allestire prove di verifica per accertare conoscenze e abilità ma non mi pare siamo attrezzati per fare altrettanto con le competenze intese come sopra descritto.

Quello che ci aspetta

Per quanto concerne l'istruzione agraria la proposta Gelmini¹⁰, pur nella riduzione delle ore d'insegnamento, drastica nel caso dell'Indirizzo generale per il passaggio del monte ore settimanali del triennio da 37-40 a 32, non riesce ad eliminare quella molteplicità d'insegnamenti che abbiamo già segnalato negli attuali piani di studio.

Gli insegnamenti della Chimica e delle Industri/Tecniche agroalimentari sono ridotti: l'orario cattedra tipico della classe A012 è di 17h per corso e qui è portato rispettivamente a 15h per l'articolazione “Produzioni e trasformazioni” e a 13h per l'articolazione “Gestione dell'ambiente e del territorio”.

È davvero difficile pensare come queste poche ore nel triennio possano condurre il diplomato degli indirizzi Agraria e agroindustria ad essere definito come colui che “ opera nel settore della trasformazione dei prodotti, attivando processi tecnologici e biotecnologici per ottenere qualità ed economicità dei risultati, gestendo altresì una corretta utilizzazione dei reflui e dei residui” anche considerando che alle scienze naturali sono riservate 2h+2h nel biennio e alle biotecnologie 2+2+2h nel triennio.

Le proposte della Commissione Curricoli molto correttamente evidenziano che nel biennio i concetti ragionevolmente

8. <http://www.indire.it/content/index.php?action=read&id=582&navig=t>

9. Pellerey M., 2000. Il portafoglio formativo progressivo come nuovo strumento di valutazione delle competenze, “Orientamenti Pedagogici”, 47 (5), pp. 853-875.

10. http://www.edscuola.it/archivio/norme/programmi/riforma_tecnici.pdf

adatti alla fascia d'età non sono ancora quelli più specialistici che, per questioni di ordine squisitamente didattico-pedagogico, devono essere affrontati nel triennio.

Non sappiamo ancora quali contenuti delle materie d'insegnamento saranno proposti; al momento, tuttavia, lo scheletro del quadro orario non è incoraggiante: nella terza classe compaiono due misere ore di "Trasformazioni dei prodotti", decisamente inadeguate a fornire anche solo le conoscenze chimiche essenziali per trattare le tecnologie agroalimentari e, nel contempo, dare strumenti di base per le altre materie d'indirizzo.

Temo che ci troveremo di fronte ad una proposta culturale che persevera nel non riconoscere che l'adolescente non ha un quadro cognitivo che gli consente di apprendere gli stessi concetti di uno studente universitario: credo sia molto realistico aspettarsi una scansione di conoscenze e abilità che ricalcano gli insegnamenti universitari più diffusi nelle Facoltà di Agraria a livello di lauree triennali.

Il quadro si presenta contraddittorio anche esaminando la ripartizione degli insegnamenti in verticale: qual è il senso dell'inserimento in terza di "Trasformazione dei prodotti", che immagino sia l'equivalente delle "vecchie" Industrie Agrarie e delle Tecniche agroalimentari del Progetto "Cerere"? Logica vuole che prima ci siano le produzioni e poi le trasformazioni; in altre parole se i ragazzi iniziano in terza lo studio delle produzioni vegetali ed animali, come fanno a ragionare sulla trasformazione di ciò che non conoscono né sotto l'aspetto agronomico o zootecnico né sotto quello della composizione che ne determina la qualità. Analogo ragionamento vale per le biotecnologie anche se non ci interessano direttamente come chimici.

Non riesco a delineare il quadro di ciò che potrà accadere ma credo di poter affermare che il taglio della proposta Gelmini porti gli istituti agrari ad assomigliare molto di più all'attuale istruzione professionale che a quella tecnica.

Classi di concorso e atipicità

Non mi rasserena affatto neanche quanto è emerso sulla riorganizzazione delle classi di concorso¹¹, non mi pare il caso di parlare di razionalizzazione. La classe A012 Chimica agraria, alla quale accedono adesso i laureati in Chimica, Chimica industriale, CTF, Agronomia, Scienze forestali ed i laureati in Biologia prima del 1992, dovrebbe confluire nella classe di Chimica e tecnologie chimiche contribuendo così a far diminuire la "concentrazione" di laureati chimici nell'insegnamento della Chimica laddove essa è materia d'indirizzo.

Ora non è per sfiducia o sciovinismo verso colleghi di altra formazione, ma le culture chimiche di un chimico e di un agronomo sono davvero molto diverse e, se aveva un senso l'accesso all'insegnamento in un Indirizzo Agrario, mi appare molto più difficile giustificare per costoro l'attribuzione di un insegnamento specialistico in un Indirizzo Chimico.

In questi casi si parla di Corsi di formazione in servizio; le esperienze passate ci dimostrano che sono state solo pure operazioni di facciata consistenti in un numero limitato di ore e senza un adeguato apparato di valutazione dei risultati. In effetti, considerato che un Corso ministeriale ben difficilmente può sostituire un Corso di Laurea, l'unica alternativa culturalmente seria per una docenza di qualità è quella di prevedere il rientro degli insegnanti da "potenziare" nella formazione universitaria; ma si vuole spendere denaro pubblico in questa direzione?

Continuando l'esame delle proposte di riorganizzazione delle classi di concorso, scopriamo una estensione del numero degli insegnamenti atipici e tra questi precisamente quello di "Trasformazione dei prodotti" negli indirizzi agrari, attribuito sia alla futura classe A-33 Chimica e tecnologie chimiche che alla futura A-47 Scienze, tecnologie e tecniche agrarie, che raccoglierà docenti laureati negli ambiti agronomici e zootecnici.

In questo caso salta ogni garanzia di qualità dell'insegnamento perché, anche prescindendo dalle diverse competenze culturali di colleghi che hanno insegnato ed insegnano materie storicamente ed epistemologicamente molto distanti dalle nostre (ricordiamo, per inciso, che la maggior parte delle cattedre della classe di Agronomia è concentrata negli Istituti per Geometri sull'insegnamento di Estimo ed economia) ci vuol poco a prevedere che la scelta dell'atipicità servirà a zippare a 18h le cattedre ora di quella classe di concorso ora dell'altra a seconda di variabili molto casuali come le opinioni e le preferenze dei Dirigenti scolastici, la posizione nelle graduatorie d'istituto e la "potenza delle lobby" dei docenti dell'una e dell'altra classe di concorso.

Dal punto di vista degli allievi l'atipicità si concretizzerà nella perdita completa di continuità didattica.

Dal punto di vista dei docenti l'esperienza, purtroppo, ci insegna che in questi casi non è affatto improbabile trovarsi in situazioni imbarazzanti tendenti a scivolare nel mobbing orizzontale.

Qualche riflessione sugli Indirizzi Chimici

La proposta che viene dalla Commissione curricoli per il triennio specialistico è ampia e molto ben articolata: mi permetto un'osservazione sul taglio delle scelte didattiche. Anche se siamo in un Indirizzo chimico, non dimentichiamo che ci stiamo riferendo ad una fascia scolare sotto i 19 anni; credo sia, comunque, necessario non eccedere nella formalizzazione e nell'uso di modelli astratti che fanno riferimento a strumenti matematici (equazioni differenziali) non accessibili agli studenti.

11. http://www.edscuola.it/archivio/norme/decreti/accorpamento_09.pdf

Il curriculum verticale di Chimica: il caso degli Istituti Agrari - Biennio

La considerazione fatta in premessa sulla Chimica fisica mi pare molto convincente e devo testimoniare che, da quanto conosco direttamente o indirettamente, già adesso i docenti di Chimica fisica trattano di “Chimica generale ed inorganica”, per usare termini universitari, perché la materia è ampiamente fuori dalla portata di una scuola media superiore.

Mi pare, tuttavia, che l'applicazione della riorganizzazione Gelmini renda assai arduo realizzare le indicazioni della Commissione.

Attualmente un Indirizzo d'ordinamento per Periti chimici, quelli numericamente più rilevanti, ha gli insegnamenti di Chimica, 6h nel biennio, di Tecnologie chimiche industriali, 15h nel triennio, Chimica organica e delle fermentazioni, 13h nel triennio, Chimica fisica, 11h nel triennio, Analisi chimica elaborazione dati, 22h nel triennio. In verticale alla classe di Chimica e tecnologie chimiche competono 67h equivalenti a 3,7 cattedre .

Facciamo gli stessi conti per l'articolazione “Chimica e materiali” della proposta Gelmini; rimangono invariate le ore del biennio, 6h, Chimica analitica e strumentale, 21h nel triennio, Chimica organica e biochimica, 13h nel triennio, Tecnologie chimiche e biotecnologie, 15h nel triennio: con il nuovo ordinamento alla classe di Chimica saranno attribuite 55h in verticale per un totale di 55h , 12 in meno rispetto alle attuali, ed equivalenti a 3,0 cattedre. In sostanza per ogni sezione si perde quasi una cattedra.

Per le altre articolazioni, la “Chimica e biotecnologie ambientali” e la “Chimica e biotecnologie sanitarie” i termini di confronto sono un po' difficili da trovare perché esistono sia corsi d'ordinamento che corsi sperimentali con una grande varietà di “curvature”.

L'attenta lettura dell'accorpamento delle classi di concorso evidenzia l'introduzione di una inaspettata atipicità: divideremo l'insegnamento di Tecnologie chimiche e biotecnologie con i colleghi della classe A-46 (attuale A060) Scienze naturali, chimiche e biologiche alla quale, come è ben noto accedono tutti i laureati della Facoltà di Scienze, eccetto matematici, fisici e informatici, e tutti i laureati delle facoltà di Agraria: pare che l'attribuzione degli insegnamenti vada per assonanza! Nella denominazione della classe di concorso c'è chimica? Bene può insegnare Impianti in un ITIS e, viceversa, visto che nella denominazione dell'insegnamento figura il termine biotecnologie. Sì, è vero alla classe di Scienze abbiamo accesso anche noi chimici, ci dobbiamo scaldare a questo fuoco? Oppure possiamo consolarci vedendo che per i giochi degli accorpamenti anche noi chimici possiamo finire nella A-14 ad insegnare Igiene, anatomia, fisiologia, patologia nell'articolazione Chimica e biotecnologie sanitarie: ma l'entropia non è ancora al massimo?

Appendice: I quadri orari

Indirizzo “Agraria e Agroindustria” (Gelmini)					
	I	II	III	IV	V
Storia	2	2	2	2	2
Scienze integrate Chimica	3	3	-	-	-
Scienze integrate Fisica	3	3	-	-	-
Tecnologie e tecniche di rappresentazione grafica	3	3	-	-	-
Tecnologie informatiche	3	-	-	-	-
Scienze e tecnologie applicate	-	3	-	-	-
Matematica	5	5	4	3	3
Complementi di matematica	-	-	3	3	-

Discipline comuni all'articolazione “Produzioni e trasformazioni” e “Gestione dell'ambiente e del territorio”

Complementi di matematica	-	-	1	1	-
Produzioni vegetali	-	-	5	4	3
Produzioni animali	-	-	3	3	-

Articolazione “Produzioni e trasformazioni”

Trasformazione dei prodotti	-	-	4	4	4
Economia, estimo, marketing, legislazione	-	-	3	2	4
Genio rurale	-	-	3	2	-
Biotecnologie agrarie	-	-	-	2	4
Gestione dell'ambiente e del territorio	-	-	-	-	2

Articolazione “Gestione dell'ambiente e del territorio”

Trasformazione dei prodotti	-	-	2	2	3
Economia, estimo, marketing, legislazione	-	-	2	3	3
Genio rurale	-	-	2	2	2
Biotecnologie agrarie	-	-	2	2	-
Gestione dell'ambiente e del territorio	-	-	-	-	6

Il curriculum verticale di Chimica: il caso degli Istituti Agrari - Biennio

Corso per perito agrario - Progetto Cerere Unitario					
	I	II	III	IV	V
Religione	1	1	1	1	1
Educazione fisica	2	2	2	2	2
Lingua e lettere italiane	5	5	3	3	3
Storia	2	2	2	2	2
Lingua straniera	3	3	2	2	2
Elementi di diritto ed economia	2	2			
Matematica e informatica	5	5	3	3	2
Fisica e laboratorio	3	3			
Chimica e laboratorio	4	4			
Chimica agraria e tecniche agroalimentari			4	2	3
Scienze della terra e biologia	3	3			
Biologia applicata			3	3	4
Tecniche di produzione vegetale			5	6	
Tecniche di produzione animale			2	2	4
Tecniche di gestione e valutazione			4	3	5
Disegno e cartografia	3	3			
Topografia			3	3	
Area di progetto					3
Area modulare				3	4

Corso per perito agrario tradizionale					
	I	II	III	IV	V
Religione	1	1	1	1	1
Educazione fisica	2	2	2	2	2
Lingua e lettere italiane	5	5	3	3	3
Storia ed educazione civica	2	2	2	2	2
Lingua straniera	3	3			
Geografia	2	2			
Matematica	5	4	3		
Fisica e laboratorio		2	3		
Chimica generale inorganica e organica		2	5		
Chimica agraria				5	
Industrie agrarie					5
Scienze naturali	3	4	4		
Patologia vegetale				3	
Entomologia agraria					3
Agronomia e coltivazioni			4	6	5
Zootecnia			3	3	3
Economia rurale				3	
Estimo rurale					7
Contabilità rurale			2	4	
Meccanica agraria				3	3
Elementi di costruzioni rurali					4
Elementi di topografia				5	2
Disegno	2	2			
Azienda agraria	6	6	5		
	31	35	37	40	40

CHIMICA PER IL BIENNIO AGRARIO			
Nodi Concettuali	Competenze	Conoscenze	Abilità
<ul style="list-style-type: none"> •Gli strumenti e le misure 	<ul style="list-style-type: none"> •Adotta un comportamento di rispetto consapevole delle norme di sicurezza usando correttamente strumenti e materiali 	<ul style="list-style-type: none"> •I materiali usati nel laboratorio chimico (porcellana vetro, plastiche, acciaio inox) •Gli strumenti nel laboratorio chimico: le loro caratteristiche e il loro uso •La sicurezza nel laboratorio chimico: riscaldamento, raffreddamento, cappa aspirante, uso dei presidi individuali di protezione, Simboli e frasi di rischio. 	<ul style="list-style-type: none"> •Descrive le proprietà dei materiali e li utilizza nel modo più appropriato. •Usa correttamente gli strumenti secondo le loro caratteristiche costruttive •Rispetta coscientemente le norme di sicurezza.
<ul style="list-style-type: none"> •Natura e struttura della materia 	<ul style="list-style-type: none"> •Descrive correttamente i passaggi di stato associandoli alle condizioni fisiche in cui si manifestano. •Riconosce una reazione chimica da indizi quali formazione di solidi o gas e variazioni di colore e riconosce le grandezze che si conservano 	<ul style="list-style-type: none"> •Concetto di trasformazione e le evidenze di una reazione chimica •Gli stati fisici della materia e i passaggi di stato 	<ul style="list-style-type: none"> •Distingue una reazione chimica da altre trasformazioni •Descrive e provoca passaggi di stato •Riconosce le grandezze che si conservano in una trasformazione
	<ul style="list-style-type: none"> •È in grado di proporre una procedura di separazione dei componenti di un sistema semplice e di realizzarla in laboratorio con particolare attenzione al campo agrario (suolo, pigmenti colorati della frutta) •Attraverso la misura di alcune grandezze (massa, volume, temperatura, densità, T. fusione, T. ebollizione) e l'osservazione di diversi comportamenti, riconosce che i componenti ottenuti dalla separazione di alcune miscele sono sostanze, le sa definire come sostanze pure aventi ciascuna proprietà specifiche e un nome che le identifica. 	<ul style="list-style-type: none"> •Sistemi omogenei ed eterogenei •tecniche di separazione •concetti di sostanza pura, elemento e composto 	<ul style="list-style-type: none"> •Descrive e prepara miscugli e soluzioni •Descrive le varie tecniche di separazione ed i principi su cui si basano •Fornisce una definizione operativa di sostanza pura, elemento e composto

Nodi Concettuali	Competenze	Conoscenze	Abilità
<ul style="list-style-type: none"> • Natura e struttura della materia 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrive e prepara soluzioni solido-liquido, riconoscendo nella concentrazione una grandezza intensiva e riferisce il fenomeno della saturazione; collega qualitativamente le proprietà colligative osservate per via sperimentale alla concentrazione. • Descrive il comportamento di soluzioni liquido-liquido e gas-liquido e le collega a prodotti alimentari o a situazioni naturali. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soluzioni: solvente, soluto e concentrazione (% m/m, % v/v, m/v) • Saturazione e fattori che influenzano la solubilità • Lettura di grafici di solubilità • Approccio empirico alle proprietà colligative. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrive e prepara una soluzione a titolo noto (% m/m, % v/v, m/v) • Legge un grafico di solubilità (m/m, T) e ne ricava il diverso andamento per i solidi e i gas. • Descrive la saturazione e definisce la solubilità di un solido in un liquido. • Descrive qualitativamente le proprietà colligative di una soluzione solido/liquido basandosi sulle osservazioni sperimentali.
<ul style="list-style-type: none"> • Enuncia il Principio di Lavoisier e la legge di Proust ed effettua esperienze sulla invarianza della massa nelle reazioni e sul rapporto costante di combinazione tra le masse di due elementi che formano un composto • Espone l'ipotesi atomico-molecolare di Dalton - Cannizzaro e la sa impiegare per interpretare la natura particellare di elementi e composti e fornisce una interpretazione in termini particellari di una reazione chimica bilanciata • riconosce, interpreta ed usa consapevolmente gli elementi essenziali del linguaggio simbolico della chimica; distingue metalli da non metalli e fornisce esempi del oro principali composti (ossidi, idrossidi, acidi, sali). 	<ul style="list-style-type: none"> • Principio di Lavoisier. • Legge di Proust • simbologia chimica • teoria atomica di Dalton • bilanciamento di reazioni chimiche 	<ul style="list-style-type: none"> • Enuncia il Principio di Lavoisier e la legge di Proust • Espone la teoria atomico-molecolare di Dalton-Cannizzaro • Svolge semplici esercizi utilizzando la legge di Proust • Usa gli elementi essenziali della la simbologia chimica • Bilancia una reazione chimica • Riconosce sperimentalmente se un reagente è in eccesso o difetto e ne dà una spiegazione qualitativa. 	

CHIMICA PER IL BIENNIO AGRARIO			
Nodi Concettuali	Competenze	Conoscenze	Abilità
<ul style="list-style-type: none"> •Le reazioni chimiche 	<ul style="list-style-type: none"> •Riferisce il comportamento acido base di ossidi di non metalli e di metalli del I e II gruppo ed usa l'indicatore universale e indicatori naturali rivelare l'acidità di una soluzione •Effettua reazioni di salificazione tra idrossidi ed acidi forti con particolare riferimento ai sali usati come concimi ed è in grado di prevedere i prodotti di reazione tra un acido e una base forti per sintetizzare un sale. •Utilizza formule di ossidi, di idruri, densità, massa atomica come proprietà periodiche; è consapevole del concetto di periodicità delle proprietà degli elementi e ne riconosce le implicazioni nella tavola periodica di Mendeleev eventualmente seguendone lo sviluppo storico. 	<ul style="list-style-type: none"> •Ossidi di metalli e di non metalli: reazione con acqua •Idracidi, ossiacidi, Idrossidi •Reazioni di salificazione tra idrossidi ed acidi forti con particolare riferimento ai sali usati come concimi •Uso dell'indicatore universale e degli indicatori naturali. 	<ul style="list-style-type: none"> •Descrive i comportamenti in acqua di alcuni metalli del I e del II gruppo e dei loro ossidi •Descrive il funzionamento di un'indicatore e lo usa per decidere se una soluzione è acida o basica •Scrive i prodotti di reazione tra un acido forte e una base forte.
	<ul style="list-style-type: none"> • riferisce che le reazioni coinvolgono sempre scambi di energia con l'ambiente (ceduta o acquistata) riferendosi ad alcuni esperimenti semplici; sa riferirsi in contesti situati ai concetti di calore, lavoro e temperatura; è consapevole che l'energia liberata in alcune reazioni assume dimensioni molto grandi e può essere utilizzata nella vita quotidiana e nell'industria. •Riconosce empiricamente alcune reazioni "lente" e "veloci", riferisce che le reazioni decorrono con diverse velocità e sperimenta che alcuni fattori influenzano la velocità delle reazioni! 	<ul style="list-style-type: none"> •definizione di processo endotermico •definizione di processo esotermico •Definizione di velocità di reazione •fattori che influenzano la velocità di reazione • catalizzatori 	<ul style="list-style-type: none"> •Distingue un processo esotermico da uno endotermico e fornisce alcuni esempi tratti dalla vita quotidiana •Effettua semplici esperimenti per evidenziare processi eso/endotermici. •Definisce la velocità di reazione •Riferisce quali sono i fattori che influenzano la velocità di reazione sulla base di alcuni esperimenti semplici. •Definisce empiricamente un catalizzatore

Nodi Concettuali	Competenze	Conoscenze	Abilità
<ul style="list-style-type: none"> •Modelli atomici 	<ul style="list-style-type: none"> •Impiega il numero atomico come grandezza ordinatrice della tavola periodica e la notazione di Lewis per rappresentare gli elettroni periferici; rappresenta la formazione di legami ionici in casi semplici e di legami covalenti nel carbonio. 	<ul style="list-style-type: none"> •La massa degli atomi •Modello atomico di Rutherford •Numero atomico •Rappresentazione degli elettroni esterni secondo Lewis •legame ionico nel caso di sali binari •L'atomo di carbonio ed il legame covalente 	<ul style="list-style-type: none"> •Definisce l'unità di massa atomica •descrive il modello atomico di Rutherford •Riferisce che il nucleo è costituito da protoni e neutroni •Usa la simbologia di Lewis •Rappresenta il legame ionico nel caso di elementi del I e II gruppo ed elementi del VI-VII gruppo. •Rappresenta il legame covalente nel carbonio

¹ Alcune di queste competenze possono essere raggiunte già nel precedente livello scolastico, almeno in parte: si tratta delle competenze 1), parte della 4) e 5). Se queste non sono state però affrontate in precedenza devono entrare a far parte dei percorsi progettati al biennio superiore per completare un primo livello di competenze chimiche di base per il cittadino.

CHIMICA PER IL TRIENNIO AGRARIO				
Nodi concettuali	Competenze	Conoscenze	Abilità	
<ul style="list-style-type: none"> ● La quantità di sostanza 	<ul style="list-style-type: none"> ● Descrive in termini di rapporti molari le reazioni chimiche ed esegue, in casi semplici, i relativi calcoli stechiometrici che consentono di passare dalla quantità di sostanza a quantità espresse con grandezze fisiche comuni nel vivere quotidiano. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Costante di Avogadro e definizione di mole. ● Massa molare ● Calcoli relativi alla quantità di sostanza. ● Interpretazione molare di una reazione chimica bilanciata e calcoli stechiometrici relativi. ● Molarità di una soluzione e calcoli relativi 	<ul style="list-style-type: none"> ● Definisce la mole come unità SI della QS ● Calcola la massa molare. ● Svolge calcoli relativi alla quantità di sostanza. ● Interpreta una reazione chimica bilanciata in termini di rapporti molari ● Calcola le quantità teoriche in moli e in massa di un prodotto dato il reagente e viceversa nei casi di rapporti molari 1:1 e 1:2. ● Definisce e calcola la molarità di una soluzione. ● Prepara soluzioni a molarità data eseguendo gli opportuni calcoli 	
<ul style="list-style-type: none"> ● Natura e struttura della materia 	<ul style="list-style-type: none"> ● Avanza delle ipotesi sul comportamento (stato fisico, volatilità, solubilità, conducibilità elettrica allo stato puro, conducibilità delle eventuali soluzioni acquose, etc) di un composto, anche di natura organica, sulla base della sua struttura 	<ul style="list-style-type: none"> ● Concetti essenziali sui modelli atomici di Rutherford e di Bohr. ● Gruppi e periodi, andamento periodico delle principali proprietà degli elementi. ● Legame ionico; formule e strutture dei composti ionici. ● Legame covalente; formule e strutture di composti covalenti binari. ● Il legame nei metalli. ● Forze intermolecolari con particolare riferimento al legame idrogeno. ● Il modello VSEPD 	<ul style="list-style-type: none"> ● Descrive e confronta i principali modelli atomici ● Espone la variazione delle proprietà periodiche essenziali sia rispetto ai periodi che rispetto ai gruppi. ● Prevede la formazione di un legame ionico e di un legame covalente ● Utilizza il modello VSEPD per prevedere le geometrie molecolari ● Correla le proprietà fisiche di liquidi e solidi alla loro struttura con particolare riguardo ai composti del carbonio. 	
<ul style="list-style-type: none"> ● Equilibrio chimico 	<ul style="list-style-type: none"> ● Riconosce che l'equilibrio chimico è dinamico e ne valuta la posizione dal valore di K_e; utilizza il principio di Le Chatelier per prevedere il verso dello spostamento di una reazione reversibile al variare delle condizioni sperimentali. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Reazioni complete ed incomplete e concetto di equilibrio. ● Costante di equilibrio e principio di Le Chatelier. ● Influenza di temperatura, pressione e concentrazione. ● Il prodotto ionico dell'acqua. ● Elettroliti 	<ul style="list-style-type: none"> ● Definisce una reazione reversibile ● Scrive la costante d'equilibrio ● Enuncia il Principio di Le Chatelier. ● Utilizza il Principio di Le Chatelier. ● Definisce K_w. ● Sa scrivere la dissociazione in acqua di un elettrolita. 	

Nodi concettuali	Competenze	Conoscenze	Abilità
<ul style="list-style-type: none"> ● Equilibrio chimico 	<ul style="list-style-type: none"> ● Distingue acidi forti da acidi deboli, calcola il pH nel caso di acidi-basi forti ed effettua titolazioni acido-base principalmente in situazioni legate all'agricoltura e all'agroindustria. Descrive le particolari proprietà delle soluzioni tampone ed il loro ruolo nei sistemi biologici. ● Bilancia una reazione redox e ne prevede la spontaneità usando i potenziali standard di riduzione; riferisce il funzionamento di celle galvaniche ed elettrolitiche ed è consapevole delle applicazioni tecnologiche ad esse connesse. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Teorie acido-base di Arrhenius e di Brønsted-Lowry. ● Il pH: definizione e aspetti pratici (con riferimento al campo agronomico). ● Calcolo del pH per soluzioni di acidi forti e basi forti. ● Funzionamento degli indicatori. ● Titolazioni acido-base. ● Soluzioni tampone. ● Kps e calcolo della solubilità ● Reazioni di ossidoriduzione ● Potenziali di riduzione standard ● Celle galvaniche e celle elettrolitiche ● Corrosione 	<ul style="list-style-type: none"> ● Definisce un acido/base secondo Arrhenius e secondo Brønsted-Lowry. ● Scrive la dissociazione di acidi e basi forti, di acidi e basi deboli. ● Calcola la $[H^+]$, $[OH^-]$ e il pH di soluzioni di acidi forti e basi forti. ● Effettua titolazioni acido-base di prodotti alimentari (latte, vino, aceto, oli, succhi di frutta) ● Calcola la quantità di acido o base presente in soluzione mediante titolazione con indicatore. ● Prepara una soluzione tampone e ne riferisce il comportamento sulla base di esperienze. ● Usa Kps per il calcolo della solubilità. ● Riconosce una reazione redox ● Usa il potenziale standard di riduzione, per prevedere se una reazione redox è spontanea ● Bilancia una reazione redox. ● Descrive una cella galvanica di cui individua anodo e catodo e calcola la fem. ● Distingue i processi galvanici da processi elettrolitici e ne riconosce le applicazioni tecnologiche ● Descrive i fenomeni di corrosione come processi elettrochimici.
<ul style="list-style-type: none"> ● Composti organici 	<ul style="list-style-type: none"> ● Avanzare ipotesi sulla reattività di un substrato organico sulla base della sua struttura chimica (presenza di legami multipli, presenza di gruppi funzionali più o meno ossidati). ● Aver consapevolezza della modellizzazione con la quale sono interpretati i cicli biogeochimici degli elementi e dei processi attraverso i quali si conservano le condizioni di equilibrio nei sistemi ambientali 	<ul style="list-style-type: none"> ● Composti organici e formule di struttura. ● Vari casi d'isomeria. ● Gli idrocarburi. ● Principali composti organici: alcoli, composti carbonilici, ammine, acidi carbossilici, esteri e ammidi. ● Reazioni redox che coinvolgono composti organici. ● Ossidazione degli alcoli. Ossidazione e riduzione di aldeidi e chetoni. Ossidazione e riduzione degli acidi carbossilici. ● I derivati degli acidi carbossilici. ● Nomenclatura IUPAC. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Descrive le proprietà essenziali delle classi dei composti organici ● Usa la nomenclatura IUPAC. ● Riconosce i vari casi d'isomeria. ● Descrive ed effettua alcuni saggi di riconoscimento dei gruppi funzionali ed i principi su cui si basano. ● Scrivere le reazioni di formazione di sali, esteri e ammidi. ● Ordina per grado di ossidazione i composti organici ossigenati.

CHIMICA PER IL TRIENNIO AGRARIO			
Nodi concettuali	Competenze	Conoscenze	Abilità
<ul style="list-style-type: none"> ● Composti organici 	<ul style="list-style-type: none"> ● Riconoscere che le caratteristiche delle molecole che entrano a far parte degli organismi viventi e che processi che generano o trasformano queste molecole (fotosintesi, respirazione, fermentazione) sono riconducibile alla trama concettuale e ai procedimenti propri della chimica. ● Collega la composizione chimica dei prodotti agroalimentari al valore nutritivo, alla loro conservabilità e alle alterazioni che possono subire. ● Fornisce una descrizione delle modalità operative, dei principi di base e della qualità dei prodotti che si ottengono utilizzando le singole tecniche di conservazione. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Glucidi ● Proteidi ● Denaturazione ● Enzimi ● Lipidi ● Lieviti e fermentazione alcolica 	<ul style="list-style-type: none"> ● Mono, di e polisaccaridi. ● Definisce i termini omopolimero ed eteropolimero. ● Usa un polarimetro e riferisce i principi del suo funzionamento. ● Classifica i lieviti alcoligeni con particolare riferimento a quelli d'interesse agroalimentare ed enologico. ● Descrive la fermentazione alcolica ed i fattori che la influenzano. ● Descrive la struttura delle proteine con particolare riferimento a quelle del latte.● Illustra il fenomeno della denaturazione. ● Riferisce gli aspetti essenziali della catalisi enzimatica ● Distingue la frazione saponificabile dei lipidi da quella saponificabile.
<ul style="list-style-type: none"> ● Tecniche agroalimentari 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fornisce una descrizione delle modalità operative, dei principi di base e della qualità dei prodotti che si ottengono utilizzando le singole tecniche di conservazione. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fattori di alterazione dei prodotti animali e vegetali. ● Aspetti microbiologici della conservazione dei prodotti agroalimentari: muffe, lieviti e batteri. ● L'attività dell'acqua. ● Le fermentazioni alcolica, lattiche, propionica, butirrica e acido mista e i loro agenti. ● Le tecniche di conservazione ● Il packaging ● HACCP ● DOP e IGP 	<ul style="list-style-type: none"> ● Descrive i fattori di alterazione dei prodotti. ● Classifica gli agenti microbiologici di alterazione con particolare attenzione a quelli del latte. ● Fornisce un quadro coerente delle varie fermentazioni partendo dalla glicolisi. ● Spiega il ruolo dell'acqua nella conservazione ● Motiva la scelta di un materiale per il packaging.
<ul style="list-style-type: none"> ● Trasformazioni agroalimentari 	<ul style="list-style-type: none"> ● In base alla normativa vigente, descrivere i requisiti delle materie prime, i cicli di lavorazione con i relativi problemi di impatto ambientale, i processi di maturazione e affinamento, le caratteristiche organolettiche di un prodotto tipico; ● è in grado di spiegare quali determinazioni analitiche sono necessarie per garantire igienicità, qualità e tipicità di un prodotto 	<ul style="list-style-type: none"> ● L'industria lattiero-casaria ● L'industria enologica ● L'industria elaiotecnica 	<ul style="list-style-type: none"> ● Definisce merceologicamente i vari prodotti. ● Illustra e spiega le fasi della produzione relative ad ogni industria riferendosi alle produzioni tipiche del territorio. ● Illustra le principali analisi di qualità e i principi su cui si basano (gravimetria, metodi volumetrici e colorimetrici, rifrattometria, densimetria, tecniche cromatografiche, spettrofotometriche, enzimatiche, analisi microbiologiche) ● Spiega il significato dei disciplinari di produzione di alcuni prodotti tipici del territorio. ● Considera gli aspetti dell'impatto ambientale delle produzioni sull'ambiente. ● Espone i problemi dello smaltimento dei reflui di ogni industria.