

SOSTANZE, MISCELE, REAZIONI: un'indagine sulle concezioni delle matricole di chimica

Riassunto

Vengono presentati i risultati ottenuti con un questionario riguardante alcuni concetti base della chimica (sostanza semplice e composta, miscela omogenea ed eterogenea, reazione) che è stato sottoposto alle matricole di Chimica e di Chimica Industriale delle Università di Modena e di Torino all'inizio dell'anno accademico 1997/98. Le risposte e le loro motivazioni hanno rivelato in molti casi la presenza di idee confuse o completamente errate, a livello sia di definizione che di applicazione, su uno o più dei precedenti concetti. Vengono discusse le implicazioni di questo stato di cose per quanto riguarda l'insegnamento universitario della chimica, e vengono formulate alcune raccomandazioni relative all'insegnamento secondario.

Abstract

A questionnaire concerning some basic chemical concepts (simple and compound substance, homogeneous and heterogeneous mixture, reaction) was submitted to the students beginning their first year for the laurea degree in Chemistry or Industrial Chemistry in the Universities of Turin and Modena. In many cases the answers and their justifications revealed the presence of muddled or entirely wrong ideas about one or more of the above concepts, both at the definition and the application level. The implications of this state of affairs for the teaching of chemistry in the university are discussed and some advice is expressed concerning the teaching at the secondary level.

PAOLO MIRONE (*)
EZIO ROLETTO (#)

Introduzione

L'accesso ai corsi universitari che portano al diploma ed alla laurea in chimica non è subordinato né ad una specifica preparazione nel corso degli studi secondari né al superamento di un test di ammissione. Tale test dovrebbe servire per valutare se gli studenti possiedono un "sapere chimico di base" al quale i responsabili degli insegnamenti del primo semestre possano fare riferimento per impostare i propri corsi. Sembra però che anche nei casi in cui i test di ammissione esistono, questi non siano in grado di "filtrare" l'accesso ai corsi in modo tale da garantire che gli studenti ammessi padroneggino effettivamente ed allo stesso modo il sapere di base. Infatti gli studenti si preparano per superare lo sbarramento costituito dai test, ricorrendo a pubblicazioni concepite espressamente a questo scopo. Si tratta di uno studio mnemonico e proposizionale, fatto di termini e di frasi ma non di concetti e modelli: termini e frasi che non costituiscono un sapere operativo sul quale fondare l'appropriazione di ulteriori conoscenze. Quanto viene memorizzato per superare i test è destinato ad essere rapidamente dimenticato in quanto appartiene alla categoria dei prodotti "usa e getta": non si tratta infatti di strumenti per "leggere" il mondo alla luce di principi generali che gli danno senso, ma di parole per dare l'impressione di possedere tali strumenti. Si deve anche tenere presente che, per superare un test, non si deve conoscere a fondo tutto ciò che è oggetto di domande. Inoltre non è detto che in un test si

possano affrontare tutti i concetti la cui padronanza è ritenuta indispensabile per seguire con profitto i corsi iniziali all'università. Infine non si può escludere che, per le domande a scelta multipla, qualche risposta accettabile sia dovuta più al caso che al patrimonio di conoscenze dello studente. Neanche il ricorso a tali test permetterebbe, con ogni probabilità, di garantire che gli studenti ammessi padroneggino tutti lo stesso sapere chimico di base: i docenti dei primi corsi universitari si troverebbero comunque di fronte ad una certa "ignoranza chimica" della quale dovrebbero tenere conto, e soprattutto preoccuparsi di fare emergere, nella fase di avvio dell'insegnamento.

Se là dove esistono i test di ammissione è ben difficile che un docente si trovi ad insegnare a studenti omogenei dal punto di vista del sapere che padroneggiano, è facile immaginare quale sia la situazione nei corsi di laurea in chimica, dove tali test non esistono, ed ai quali possono iscriversi soggetti che hanno studiato chimica per alcuni anni (periti chimici) e altri che la chimica l'hanno a mala pena intravista nel corso di un anno. I docenti non sono all'oscuro di ciò e sanno anche che, con rare eccezioni, possono fare ben poco affidamento su quanto gli studenti dovrebbero aver acquisito nella scuola secondaria. Tale consapevolezza della scarsa preparazione delle matricole fa sì che l'insegnamento universitario cominci ad un livello alquanto "basso", vale a dire "quasi" dalle conoscenze di base. Il "quasi" sta ad indicare che un certo patrimonio di conoscenze di base viene dato comunque per scontato. Si tratta di concetti fondamentali quali solido, liquido e gas; sostanza semplice e composta; miscela omogenea ed eterogenea; trasformazione fisica e trasformazione chimica; il mo-

dello particellare della materia, ecc. Spesso i docenti sono consci del fatto che i loro allievi non padroneggiano questo sapere minimo, ma non ritengono opportuno affrontarlo all'inizio dei loro corsi. Da una parte, sono forse convinti che gli studenti effettivamente interessati alla disciplina potranno impadronirsene rapidamente; dall'altra, vi sono oggettive esigenze di tempo, rese ancora più impellenti dall'organizzazione in semestri, che quasi impongono di non "perdere tempo" a spiegare argomenti ritenuti elementari. C'è però da chiedersi se la scelta di fissare arbitrariamente il livello soglia e di procedere a partire da questo, a prescindere dalla situazione effettiva, non sia, in effetti, una "falsa economia".

Le riflessioni di numerosi psicologi che hanno affrontato i problemi dell'apprendimento, nonché le ricerche condotte nell'ambito della didattica delle discipline scientifiche sperimentali, hanno mostrato che si ha realmente apprendimento soltanto quando questo è "significativo". Uno studente che padroneggia solide conoscenze di base dispone di qualcosa con cui e su cui costruire nuovo sapere. Per contro, uno studente che non è in grado di collegare le nuove conoscenze ad un sapere che già padroneggia avrà difficoltà a comprendere anche le spiegazioni più accurate. L'apprendimento non consiste nell'assimilare informazioni, ma nel costruire reticoli mentali mediante i quali "leggere", "interpretare", "spiegare" e "prevedere" i fenomeni, siano essi naturali o provocati in laboratorio. Tale costruzione è un'opera incessante di modifica e ristrutturazione degli schemi mentali, dei modi di ragionare a partire da quelli di senso comune sino a quelli più sofisticati della ricerca scientifica. Quindi l'acquisizione dei concetti scientifici di base è essenziale se si vogliono comprendere concetti più avanzati. In altre parole, i concetti di base, quelli ritenuti banali da chi già padroneggia una disciplina, devono essere metabolizzati dagli studenti che li devono integrare nei propri schemi mentali per poterli usare come fondamento per un apprendimento più avanzato.

La mancata padronanza delle conoscenze di base, ritenute ovvie da un docente universitario, può dunque costituire un ostacolo notevole all'acquisizione di un sapere specialistico. Ma un ostacolo ancor più diffi-

cile da superare è costituito da quelle che i ricercatori in didattica chiamano *misconceptions* o *alternative frameworks* (anglosassoni); *représentations* o *conceptions* (francofoni); *concezioni difformi* in italiano. Si tratta di idee, concetti, punti di vista, modi di ragionare che sono in conflitto con il sapere scientifico socialmente condiviso e la cui origine è da ricercare, di norma, in un intreccio micidiale di sapere comune e conoscenze scientifiche male intese e peggio interpretate. Ciò è ampiamente mostrato da innumerevoli ricerche, condotte a tutti i livelli di scolarità ivi compreso quello universitario. Tali ricerche hanno avuto inizio intorno al 1970 con l'affermarsi dell'approccio "costruttivista" nell'ambito delle problematiche relative all'acquisizione dei saperi scientifici. Esse hanno messo in evidenza che gli schemi mentali alternativi a quelli scientifici, di natura insieme persona-

comprende facilmente che si tratta di un processo a cascata che, una volta innescato, può portare a risultati disastrosi. Si verifica infatti, che, di fronte ad alcuni problemi, lo studente dia risposte soddisfacenti, ma usando modi di ragionare non accettabili e, in altri contesti, arrivi a conclusioni aberranti ricorrendo a modi di ragionare accettabili.

Il non padroneggiare le conoscenze di base può dunque costituire un vero e proprio impedimento ad apprendere concetti avanzati; l'esistenza di concezioni difformi può portare ad apprendere in modo difforme nuovi saperi. Di conseguenza, il dedicare un po' di tempo a rivisitare i concetti fondamentali della chimica, a esplorare le idee che a loro proposito hanno elaborato le matricole di chimica ed a mettere in crisi le concezioni difformi identificate può, per un verso, rendere meno difficile e traumatico l'ac-

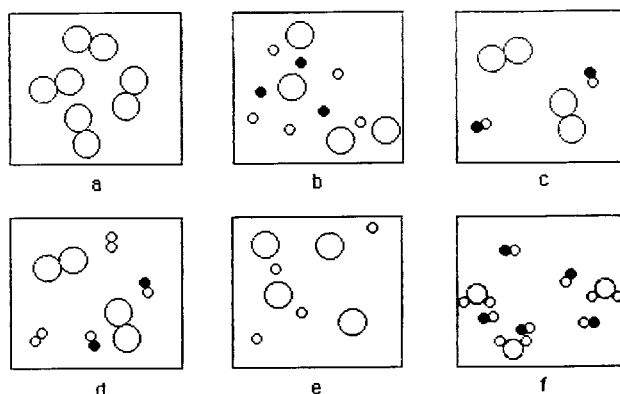


Figura 1

le e sociale, sono resistenti al cambiamento. Quando uno studente affronta nuovi argomenti, lo fa utilizzando le concezioni di cui dispone come strumenti interpretativi. In questo modo è molto probabile che, da una parte, pervenga a rinforzare le concezioni alternative di cui dispone in quanto ne amplia l'area di applicazione e, dall'altra, estenda i propri schemi mentali includendovi le nuove conoscenze. Purtroppo si tratta di un sapere distorto in quanto elaborato con l'ausilio di concezioni difformi preesistenti. Si

cesso ai corsi di laurea e di diploma in chimica; per un altro verso, può costituire un risparmio di tempo e di sforzi per lo studente che sarà in grado di seguire con profitto le lezioni, cogliendo il senso di quanto il docente espone.

Guidati dalle precedenti considerazioni, abbiamo cercato di far emergere le idee degli studenti che iniziano gli studi universitari di chimica a riguardo di alcuni concetti fondamentali, con l'intenzione di richiamare su di esse l'attenzione dei docenti di chi-

Tab.1 Risultato del quesito I

	a	b	c	d	e	f
SS	63,5	2,2			11,7	
SC	19,0	2,2	17,5	12,4	6,6	13,1
MSS		47,4	2,2	1,5	43,1	0,7
MSC		0,7	39,4	39,4		51,8
MSSC			9,5	10,2		
RP	15,3	44,5	29,9	34,3	36,5	32,1

SS: sostanza semplice; SC: sostanza composta; MSS: miscela di sostanze semplici; MSC: miscela di sostanze composte; MSSC: miscela di sostane semplici e composte; RP: risposte parziali (miscela, miscela di sostanze, miscela semplice, miscela composta)

mica, sia universitari che secondari, affinché ne tengano conto ciascuno per la parte di propria competenza. Lo strumento usato è stato un questionario contenente quesiti di vario tipo. Per quelli a scelta multipla lo studente doveva giustificare brevemente la sua risposta. Il questionario è stato sottoposto agli studenti del primo anno per le lauree in Chimica e in Chimica Industriale delle Università di Modena e di Torino all'inizio dell'anno accademico 1997/1998. Il numero degli studenti che hanno sostenuto la prova è stato di 137 (63 a Modena e 74 a Torino).

Sostanze semplici e composte

Il concetto di sostanza sta al centro della chimica, in quanto entra nella definizione della reazione come processo in cui certe sostanze scompaiono mentre altre si formano [1]. Nonostante ciò, da un'indagine di alcuni anni fa [2] è risultato che 14 dei 25 testi di chimica maggiormente diffusi nelle scuole secondarie italiane non si preoccupava di dare una definizione del concetto di sostanza chimica. Inoltre le ricerche di didattica chimica su questo tema sono relativamente poco numerose [3-4], anche se, come è stato osservato recentemente da Ahtee e Varjola, "la maggior parte degli studenti [della scuola secondaria e del primo anno di università] aveva delle difficoltà con il termine sostanza"[5].

Il primo quesito del nostro questionario presentava i sei schemi di Fig. 1 e chiedeva di indicare quali rappresentavano singole sostanze e quali miscele di sostanze, e inoltre di specificare se si trattava di sostanze semplici o composte. La Tab. 1 mostra la distribuzione percentuale delle risposte (le somme sono inferiori a 100 perché alcuni studenti non hanno risposto). Molte risposte sono state soltanto parziali (miscela, miscela di sostanze, miscela semplice (?), miscela composta); con l'eccezione dello schema a, il loro numero varia fra il 30 e il 45%. Ma il risultato più sorprendente è stato fornito dagli schemi a, c, d: per il 19% degli studenti il primo rappresenta una sostanza composta, e per il 39% gli altri due rappresentano miscele di sostanze composte (le risposte corrette a questi due schemi sono state appena il 10%).

118 Sembra evidente che nelle menti di questi studenti il termine "sostanza composta" abbia subito uno

slittamento dal livello macroscopico della chimica (sostanza formata da differenti elementi) al livello microscopico (molecola composta da più atomi, anche identici). È possibile che questo slittamento di significato sia favorito dal fatto che in italiano lo stesso termine (composto) ha il valore sia di sostantivo, sia di participio passato del verbo comporre. Sarebbe interessante verificare se tale slittamento avviene con la stessa facilità anche in studenti che parlano lingue, come francese e spagnolo, che presentano la stessa duplicità di significato del corrispondente termine (*composé, compuesto*), e non avviene, o avviene più difficilmente, in studenti che parlano lingue in cui esistono due termini distinti per i due significati, come l'inglese (*compound, composed*) e il tedesco (*Verbindung, zusammengesetzt*).

Un ulteriore quesito mirava a saggiare la comprensione del concetto di sostanza:

II *Quale delle seguenti affermazioni è corretta?*

A. *Una sostanza si dice pura quando è formata da un solo tipo di elemento.*

B. *Una sostanza si dice pura quando è formata da un solo tipo di atomo.*

C. *Una sostanza semplice è formata da un solo tipo di atomo.*

D. *Una sostanza composta è formata da due o più elementi.*

E. *Nessuna delle affermazioni precedenti è corretta.*

Tab. 2: Risultati % del quesito II

	Modena	Torino
A	8,8	5,4
B	4,4	1,4
C	12,4	13,5
D	32,1	31,1
E	6,6	9,5
RM	18,2	24,3
NR	17,4	14,9

Soltanto il 32% degli studenti ha risposto correttamente scegliendo la risposta D (Tab. 2). Il 18% non ha risposto affatto e la risposta errata più frequente è stata la C (12%). Inoltre il 18% degli studenti ha scelto due o tre risposte (il questionario non escludeva esplicitamente questa possibilità), che in tutti i casi meno due includevano la D. Gli studenti che hanno giustificato le loro risposte a questa domanda sono stati una minoranza, ma le loro giustificazioni confermano pienamente la nostra in-

terpretazione dei risultati del precedente quesito:

O₂ è già un composto;

D è falsa perché esistono composti omonucleari (O₂, S₈, P₄);

C non va bene, perché O₂ è un composto dell'ossigeno;

D è sbagliata, perché S₈ è una sostanza composta, cioè una molecola formata da un solo elemento.

Gli autori delle prime due citazioni avevano scelto la risposta C, probabilmente perché per loro le sostanze semplici sono soltanto quelle che esistono in forma monoatomica (cfr. la discussione dei risultati del primo quesito). L'ultima citazione, che tratta come sinonimi un termine proprio del livello macroscopico (sostanza) e uno proprio del livello submicroscopico (molecola), sembra indicare che la distinzione tra i due livelli della chimica non è neppure avvertita. Infine è degno di nota che in un solo caso il testo delle risposte B e C abbia suscitato un riferimento all'esistenza degli isotopi (*B non va bene perché esistono isotopi*).

Miscele omogenee ed eterogenee

Il terzo quesito riguardava i concetti di omogeneità ed eterogeneità fisica:

III *Quale, tra le seguenti, non è una miscela omogenea?*

A. *Acqua di fonte*

B. *Sabbia*

C. *Bronzo*

D. *Benzina*

E. *Aria*

F. *Acqua di mare*

Tab. 3: Risultati % del quesito III

	Modena	Torino
A	1,5	2,7
B	49,6	40,5
C	0,7	1,4
D	2,9	2,7
E	3,6	2,7
F	7,3	5,4
RM	22,6	27,0
NR	11,7	21,6

In questo caso le risposte corrette hanno raggiunto globalmente il 50% (Tab. 3); la differenza di 20 punti percentuali tra il risultato di Modena e quello di Torino è probabilmente dovuta alla maggior presenza di periti chimici fra le matricole di Modena (25% contro l'8% di Torino). Anche qui sono stati numerosi quelli che non hanno risposto affatto (12%) e soprattutto quelli che hanno scelto due, tre e perfino quattro risposte (23%). Nel 71% dei casi le risposte multiple comprendevano la F, che è

stata anche la scelta errata più frequente (7%) fra le risposte singole. Le giustificazioni più comuni per la risposta B sono state del tipo: *Il materiale presenta caratteristiche fisiche diverse in punti diversi; I componenti sono distinguibili a occhio nudo; Si distinguono particelle di diversa natura; I componenti sono separabili con mezzi meccanici* (alcuni dicono *con mezzi fisici*, confondendo evidentemente i due termini e cadendo in un errore piuttosto comune, non solo fra gli studenti ma anche fra i libri di testo; in realtà i componenti di miscele eterogenee si possono separare con mezzi meccanici [filtrazione, sedimentazione, centrifugazione...], mentre i componenti di miscele omogenee possono essere separati solo con altri mezzi fisici [distillazione, cristallizzazione...]). Non sono mancate giustificazioni alquanto bizzarre, come ad esempio: *In una miscela omogenea i componenti sono identificabili solo al microscopio; E' un solido e quindi non è possibile un processo di diffusione*. Fra le motivazioni per la risposta F prevalgono quelle che fanno riferimento alla presenza del sale, fatto ben noto ai frequentatori delle spiagge marine che se lo ritrovano sulla pelle dopo che l'acqua è evaporata; ma questo dimostra solo l'eterogeneità chimica, non quella fisica, dell'acqua di mare. Anche in questo caso non mancano le giustificazioni bizzarre, ma almeno coerenti con la pretesa eterogeneità: *E' possibile vedere le due fasi; La densità dei sali è diversa da zona a zona; Se si lascia decantare, sul fondo sali minerali* (sic).

Reazioni chimiche

Tre quesiti riguardavano le reazioni chimiche. Il primo mirava ad accertare la conoscenza della definizione del concetto di reazione:

IV Una reazione chimica è sempre accompagnata da:

- A. Una variazione di colore
 - B. La formazione di una o più nuove sostanze
 - C. Un cambiamento della massa totale
 - D. Un cambiamento dello stato di aggregazione
- Che cosa cambia e che cosa non cambia in una reazione chimica?*

Tab. 4: Risultati % del quesito IV

	Modena	Torino
A	1,5	1,4

B	69,3	81,0	59,5
C	0,7		1,4
D	10,9	9,5	12,2
RM	16,1	7,9	23,0
NR	1,5		2,7

Oltre due terzi degli studenti hanno scelto la risposta giusta (Tab. 4), con un risultato nettamente migliore a Modena che a Torino dovuto con tutta probabilità alla già citata maggior presenza di periti chimici fra gli studenti modenesi. La risposta errata più frequente è stata la D, secondo la quale le reazioni chimiche sono caratterizzate da un cambiamento dello stato di aggregazione. Due fattori possono aver contribuito a questa idea: il primo è il fatto che fra le combustioni, cioè le reazioni di più comune esperienza, molte portano da combustibili liquidi o solidi a prodotti gassosi; il secondo è l'idea piuttosto diffusa (come mostreranno i risultati del quesito successivo) che lo scioglimento di un solido in un liquido sia sempre da considerarsi una reazione chimica. Infine un buon numero di studenti ha dato risposte multiple, con netta prevalenza della combinazione B+D come era prevedibile in base al tenore delle risposte singole.

L'ultima parte del quesito chiedeva di indicare che cosa cambia e che cosa non cambia in una reazione chimica. Fra ciò che non cambia ben 89 studenti hanno indicato la massa e soltanto 7 gli elementi o gli atomi. Sembra dunque che su questo punto la grande maggioranza degli studenti (e forse anche degli insegnanti) sia rimasta ferma alle idee di Lavoisier, e nonostante il rilievo dato al livello microscopico della chimica negli odierni programmi e libri di testo, stenti a rendersi conto che l'invarianza della massa nelle reazioni chimiche non è altro che il riflesso macroscopico dell'invarianza delle masse dei singoli atomi. Fra ciò che cambia 29 studenti indicano le sostanze o le proprietà fisiche e chimiche dei reagenti, 20 i legami o la struttura, 20 lo stato di aggregazione, 12 il colore.

Il quesito seguente mirava a valutare la capacità di individuare quale fosse una reazione chimica fra quattro diversi processi:

V Quale tra i seguenti fenomeni è una reazione chimica?

- A. Acqua che bolle
- B. Zucchero che si scioglie in acqua
- C. Lampadina che si accende
- D. Fiammifero che brucia

Tab. 5: Risultati % del quesito V

	Modena	Torino
A	2,2	1,7
B	13,1	11,1
C		
D	68,6	74,6
RM	14,6	12,7
NR	1,5	2,7

La risposta giusta (D) è stata scelta da un numero di studenti sensibilmente uguale a quello del quesito precedente, ma la differenza fra il risultato di Modena e quello di Torino si è ridotta da 21 a 11 punti percentuali (Tab. 5). La risposta errata più frequente è stata la B, secondo la quale lo scioglimento dello zucchero in acqua è una reazione chimica. Questa è una tipica concezione difforme, ben nota in letteratura [5,6] e sicuramente favorita dalla scarsa chiarezza o dalla reticenza di molti libri di testo circa i criteri distintivi delle reazioni chimiche [7]. Le risposte multiple sono state piuttosto numerose anche in questo caso, con preferenza per le combinazioni B+D e, in minor misura, A+B+D. Da notare che due risposte multiple contenevano la C, mai scelta come risposta singola.

Il risultato più interessante di questo quesito è fornito dalle giustificazioni. Si possono considerare soddisfacenti soltanto quelle dei 34 studenti (poco più di un terzo di quanti hanno scelto la risposta D) che, in varie forme, esprimono l'idea che da certe sostanze se ne formano altre. Gli altri studenti si preoccupano di specificare il tipo di reazione (per 15 è una combustione, per 5 un'ossidazione o un'ossidazione) oppure i reagenti (per 16 zolfo e ossigeno o aria) o uno dei prodotti (per 4 si forma CO₂). Infine 7 studenti giustificano la loro scelta affermando che la combustione è una trasformazione irreversibile; si tratta di una concezione difforme piuttosto diffusa, anch'essa riportata in letteratura [6], che, se formulata in questi termini, difficilmente può derivare dall'esperienza quotidiana ma è invece indotta da vari libri di testo, alcuni dei quali anche di buon livello. Eppure esistono innumerevoli esempi di processi chimici reversibili (basta pensare allo spostamento di un equilibrio chimico per effetto di una variazione di pressione o di temperatura) e di processi fisici irreversibili (per restare nel campo delle trasformazioni della materia, la solidificazione di un liquido sovrassaturo) [7].

L'ultimo quesito riguardava la corro-

sione del ferro:

VI *Un chiodo di ferro esposto agli agenti atmosferici si è coperto completamente di uno strato aderente di ruggine. Mettendolo sulla bilancia, si troverà che in seguito a ciò il suo peso:*

A. è aumentato

B. è rimasto costante

C. è diminuito

Tab. 6: Risultati % del quesito VI

		Modena	Torino
A	55,5	52,4	58,1
B	19,7	19,0	20,3
C	17,5	19,0	16,2
NR	7,3	9,5	5,4

Gli studenti che hanno risposto correttamente a questo quesito sono stati poco più della metà, con una lieve prevalenza dei torinesi sui modenesi nonostante la maggior presenza di periti chimici fra questi ultimi (Tab. 6). Le altre due risposte hanno raccolto ciascuna quasi un quinto dei suffragi.

Fra quanti hanno scelto la risposta A, la giustificazione largamente prevalente (65 casi) fa riferimento alla formazione di ossido di ferro, pur ricorrendo a varie espressioni (*si è aggiunto il peso dell'ossigeno, l'ossido di ferro è più pesante del ferro...*).

Fra quanti hanno scelto la risposta B, 19 studenti si appellano al principio di conservazione della massa nelle reazioni chimiche, o direttamente (*la massa totale non cambia*), o con espressioni del tipo: *il ferro subisce una reazione (o diventa ruggine) senza cambiare peso*. La giustificazione adottata da questi studenti induce a ritenere che essi applichino la legge della conservazione della massa senza saper identificare il sistema reagente, cioè senza sapere "controllare le variabili" del problema: essi pensano solo al ferro e dimenticano tutto il resto. Non si può escludere che a questo modo di vedere le cose contribuisca in qualche caso il retaggio di un'idea diffusa fra gli allievi della scuola elementare e anche della media, cioè che i gas non abbiano peso. Una minoranza (4 casi) attribuisce la presunta costanza del peso al fatto che la reazione interessa soltanto la superficie, come se la ruggine formasse una pellicola dello spessore di pochi diametri atomici.

Le giustificazioni di coloro che hanno scelto la risposta C, relativamente poco numerose, sono del tipo: *il chiodo ha subito una corrosione; la ruggine alleggerisce il chiodo*. Sembra

che questi studenti considerino "chiodo" soltanto la parte rimasta allo stato metallico, ignorando il fatto che il testo della domanda faceva esplicito riferimento a un'operazione di pesata eseguita sull'intero chiodo arrugginito (*Se lo si colloca sulla bilancia, si troverà che il suo peso...*). Questa interpretazione è avvalorata da esperienze precedenti, da cui era risultato che omettendo il riferimento all'operazione di pesata la percentuale di coloro che sceglievano la risposta C era considerevolmente più alta.

Conclusioni

In conclusione, si può affermare che buona parte degli studenti che escono dalle scuole secondarie italiane non padroneggiano a sufficienza il concetto di sostanza chimica e hanno idee confuse sulle distinzioni fra sostanze semplici e composte, fra miscele omogenee ed eterogenee, fra reazioni chimiche ed altre trasformazioni della materia. Almeno in parte queste difficoltà derivano dal fatto che nelle nostre scuole l'insegnamento della chimica viene impartito in maniera prevalentemente teorica (per non dire libresco), cosa che porta inevitabilmente a privilegiare il livello submicroscopico degli atomi e delle molecole e a mettere in secondo piano il livello dei fenomeni osservabili.

A questo proposito è necessaria una ulteriore osservazione. Raramente gli insegnanti si preoccupano di mettere nel dovuto risalto che fra i due livelli, pur legati da molteplici e strettissime relazioni, esiste una fondamentale distinzione, e da ciò consegue la necessità di non confonderli usando i termini e i concetti propri del livello macroscopico nei discorsi relativi al livello submicroscopico, o viceversa, come avviene spesso con le coppie elemento-atomo, sostanza-molecola, combinazione-legame ecc. Ogni confusione fra i due livelli contribuirà inevitabilmente a rendere più difficile la comprensione delle loro relazioni e a rafforzare gli ostacoli all'apprendimento della chimica anche a livello universitario, come è stato mostrato recentemente da Barlet e Plouin [8]. Più in generale, se è vero che per un apprendimento significativo è necessario che le nuove conoscenze si inseriscano organicamente in una struttura concettuale coerente e non lacunosa già esistente nelle menti degli allievi, si deve riconoscere che

per la chimica ciò potrà verificarsi ben difficilmente quando gli studenti hanno idee confuse su concetti basilari come quelli di sostanza e di reazione e non hanno ben chiara la distinzione fra il livello macroscopico e quello microscopico della disciplina. Questa considerazione ci spinge a rivolgere agli insegnanti di chimica delle scuole secondarie la raccomandazione di spendere tutto il tempo necessario per spiegare questi concetti e per verificarne la comprensione con gli opportuni strumenti, anche a costo di sacrificare qualche parte del programma (scegliendola ovviamente fra quelle destinate ad essere più rapidamente dimenticate).

C'è una ulteriore ragione, di stretta attualità, per rivolgere questa raccomandazione. Nel futuro ordinamento generale degli studi universitari si prevede che il primo titolo di studio - che continuerà a chiamarsi laurea - si consegua in tre anni. Questo avviene già in diversi paesi europei, dove in tre anni si consegue il *bachelor degree* (Inghilterra), la *licence* (Francia), il *Diplom* (Germania). Ma in questi paesi l'ammissione ai corsi per il primo titolo di studio in chimica è di regola subordinata a certe condizioni: per esempio, in Inghilterra è necessario aver seguito negli ultimi due anni di scuola secondaria almeno due insegnamenti scientifici a livello avanzato (*A level*), fra i quali ordinariamente c'è quello di chimica. Ne segue che in quei paesi l'insegnamento universitario della chimica può partire da un livello sensibilmente superiore a quello possibile in Italia. Il ricupero di questo svantaggio iniziale nell'arco di soli tre anni appare piuttosto problematico, e ciò induce a previsioni non ottimistiche sulle possibilità dei nostri futuri laureati di competere con successo con i loro colleghi europei. D'altra parte non è pensabile, almeno per il prossimo futuro, che nel nostro paese sia possibile porre qualche limite alla liberalizzazione degli accessi agli studi universitari in vigore già da trent'anni. Ma almeno si dovrebbe fare in modo che il poco spazio concesso alla chimica nelle nostre scuole secondarie (a parte l'eccezione degli istituti tecnici per periti chimici) sia utilizzato per un insegnamento che si preoccupi più della qualità che della quantità, più della solidità e chiarezza dei concetti basilari che delle ultime novità in campo scientifico, più dei collegamenti con l'esperienza quoti-

diana che delle infarinature teoriche a base di orbitali.

Bibliografia e note

1. M.J. Voegelzang, Development of the concept "chemical substance" - some thoughts and arguments. *Int. J. Sci. Ed.*, 1987, **9**, 519.
2.L. Benedetti, L. Brancaleoni, R. Cervellati, P. Mirone, *Analisi di 25 testi di chimica ampiamente diffusi nelle scuole medie superiori*. Progetto strategico "Tecnologie e innovazioni didattiche" del C.N.R., Modena, 1989, p. 27; R. Cervellati and P. Mirone,

A procedure for the appraisal of chemistry textbooks. *Chemedica: Aust. J. Chem. Ed.*, 1993, **38**, 16.

3. E. Roletto e B. Piacenza, Il concetto di sostanza: una indagine sulle concezioni degli studenti universitari. *CnS*, 1993, **5**, 16; Faut-il construire le concept de substance? *Aster*, 1994, **18**, 63.
4. P. Johnson, What is a substance? *Educ. Chem.*, 1996, **33**, 41.
5. M. Ahtee and I. Varjola, Students' understanding of chemical reaction. *Int. J. Sci. Educ.*, 1998, **20**, 305.
6. A.K. Griffiths, A critical analysis and

synthesis of research on students' chemistry misconceptions. In: H.-J. Schmidt (Ed.), *Problem solving and misconceptions in chemistry and physics*, Proc. of the 1994 International Seminar, University of Dortmund, p. 70.

7. P. Mirone, Considerazioni sul concetto di reazione chimica. *CnS*, 1998, **20**, 49.
8. R. Barlet e D. Plouin, La dualité microscopique-macroscopique: un obstacle sous-jacent aux difficultés en chimie dans l'enseignement universitaire. *Aster*, 1997, **25**, 143.

ADDITIVI ALIMENTARI: conoscenze e pregiudizi di studenti delle scuole superiori

Riassunto

L'educazione alla salute dovrebbe essere parte fondamentale della cultura generale degli studenti, e l'educazione alimentare ne è un aspetto rilevante.

In questo lavoro è illustrato e commentato quanto emerso da un'indagine relativa alle conoscenze di un numeroso campione di studenti delle scuole secondarie superiori riguardo agli additivi alimentari

Abstract

Health education should be a basic part of students' culture, of which alimentary education is a fundamental part. This work reports the results of an investigation concerning the knowledge several high school students have about food additives.

INTRODUZIONE E SCOPI DEL LAVORO

L'alimentazione è una funzione talmente elementare e fondamentale che sembra appartenere a strati della personalità che non esigono riflessione e cultura: un fatto istintivo. Naturalmente sappiamo bene che non è così, tutti siamo stati educati in modo più o meno formale ed abbiamo acquisito

(*) I.P.S.I.A. "Galvani-Sidoli" Reggio Emilia
(**) Dipartimento di Chimica Organica Industriale, Università di Parma
(***) Dipartimento di Chimica, Università di Parma

PAOLA AMBROGI^(*)
ROSALBA MARCHELLI^(**)
GIOVANNI MORI^(***)

conoscenze, credenze e comportamenti in campo alimentare. L'insieme delle prescrizioni e dei tabù in questo settore aveva origine dalle tradizioni familiari: un codice comportamentale ben consolidato che variava in funzione della città o della regione, legato comunque alle esigenze, alle risorse ed alla cultura locale. Il martellare dei messaggi dei "media", il turismo cosmopolita, l'immigrazione da paesi di cultura diversa, ritmi di vita "metropolitani", la disponibilità di cibi preconfezionati di tutti i generi, hanno introdotto grossi cambiamenti nella qualità e quantità dei consumi. Per molte famiglie, soprattutto dove manca una padronanza culturale che consenta di porsi criticamente di fronte alle intense e veloci trasformazioni, questo può creare incertezze o peggio portare all'abbassamento dei livelli di cultura alimentare. Non è raro né casuale il diffondersi di forme di denutrizione o sovralimentazione e di disagi che portano a bulimia o anoressia. Occorre che all'antica educazione "spontanea" radicata nella tradizione locale subentri un nuovo impegno della scuola che non si deve certo sostituire alla famiglia, ma che vi si deve affiancare autorevolmente

per promuovere una crescita culturale, ed educare a quello che è il più basilare campo di consumi umani. L'educazione alimentare non può essere settoriale, è parte di una più ampia educazione alla salute ed alla prevenzione, di una cultura scientifica che s'intreccia con problemi reali, con le difficoltà del sociale e del vissuto soggettivo.

Scopo di questo lavoro è la verifica delle conoscenze e dei pregiudizi (misconceptions) che ragazzi con buone basi culturali possiedono circa gli additivi alimentari ed altre sostanze che possono essere presenti negli alimenti a causa dei diversi trattamenti tecnologici.

Si è inoltre valutata la conoscenza della relazione tra struttura molecolare e proprietà delle sostanze. I pregiudizi che portano a considerare tutto ciò che è naturale "benefico" e ciò che è di sintesi o industriale "maligno" possono, infatti, essere alimentati dall'ignorare che solo la struttura molecolare influisce sul comportamento di una sostanza e la struttura è una sola indipendentemente dal metodo usato per produrla: naturale o sintetico che sia.

METODOLOGIA DELL'INDAGINE

L'indagine per l'acquisizione d'informazioni sulle conoscenze e le idee errate relative agli additivi alimentari, è stata condotta su quindici Scuole Superiori di Parma e provincia ed ha