

i **quaderni**
della **DIDATTICA**

Metodi e strumenti per l'insegnamento e l'apprendimento della **chimica**

- La chimica nel mondo della scuola e della società
- Metodologie didattiche e percorsi di apprendimento
- Rivisitazione dei principali concetti chimici
- Schede e attività pratiche

Laura **Cipolla**

II Edizione

COMPRENDE
ESTENSIONI
ONLINE



Accedi ai servizi riservati



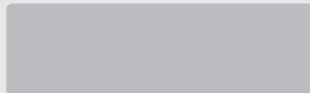
COLLEGATI AL SITO
EDISES.IT

ACCEDE AL
MATERIALE DIDATTICO

SEGUI LE
ISTRUZIONI

Utilizza il codice personale contenuto nel riquadro per registrarti al sito **edises.it** e accedere ai **servizi e contenuti riservati**.

Scopri il tuo **codice personale** grattando delicatamente la superficie



Il volume NON può essere venduto, né restituito, se il codice personale risulta visibile.

L'**accesso ai servizi riservati** ha la durata di **un anno** dall'attivazione del codice e viene garantito esclusivamente sulle edizioni in corso.

Per attivare i **servizi riservati**, collegati al sito **edises.it** e segui queste semplici istruzioni

Se sei registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- inserisci email e password
- inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN, riportato in basso a destra sul retro di copertina
- inserisci il tuo **codice personale** per essere reindirizzato automaticamente all'area riservata

Se non sei già registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- registrati al sito o autenticali tramite facebook
- attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione
- torna sul sito **edises.it** e segui la procedura già descritta per *utenti registrati*



I Quaderni della Didattica

METODI E STRUMENTI
PER L'INSEGNAMENTO
E L'APPRENDIMENTO DELLA
CHIMICA

Laura Cipolla



I quaderni della didattica – Metodi e strumenti per l'insegnamento
e l'apprendimento della chimica – II edizione – Ottobre 2018
Copyright © 2018, 2015 EdISES S.r.l. – Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
2022 2021 2020 2019 2018

Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa effettuata

*A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale,
del presente volume o di parte di esso con qualsiasi mezzo.*

L'Editore

Laura Cipolla, Università degli Studi di Milano-Bicocca

Grafica di copertina, progetto grafico e fotocomposizione.  curvilinee

Stampato presso: Vulcanica S.r.l. – Nola (NA)

per conto della EdISES – Piazza Dante, 89 – Napoli

ISBN 978 88 3319 019 8

www.edises.it
info@edises.it

Sono debitore al mio mestiere [di chimico] anche di ciò che fa maturo l'uomo, il successo e l'insuccesso, riuscire e non riuscire, le due esperienze della vita adulta necessarie per crescere. Per il chimico che lavora in laboratorio ci vogliono tutt'e due; il chimico militante le conosce entrambe: sbagliare e correggersi, incassare colpi e renderli, affrontare il problema e risolverlo oppure uscirne sconfitto e subito ricominciare la battaglia...
[Primo Levi]

Ringraziamenti

Ringrazio Fabio, Alessandro ed Elisa per il loro aiuto nella costruzione dei modelli e per aver giocato ai piccoli chimici, provando personalmente alcuni esperimenti; Marco per aver sopportato con pazienza il ticchettio della tastiera nelle ore notturne; papà per l'attenta lettura e per i preziosi consigli.

Ringrazio, inoltre, Lia F. per la costruzione dei modelli atomici "a misura di bambino" e tutti gli studenti di Scienze della Formazione dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca che hanno portato la Chimica nella scuola dell'infanzia e nella scuola primaria.



PREMESSA ALLA SECONDA EDIZIONE

La chimica è una disciplina spesso considerata ostica, difficile e lontana dalla nostra realtà. Viene frequentemente studiata controvoglia nelle scuole secondarie e molto raramente introdotta nelle scuole primarie. Eppure la chimica è una scienza di base, fondamentale per interpretare e comprendere il mondo che ci circonda.

Questo testo si propone di illustrare i concetti di base della chimica con un linguaggio il più semplice possibile, in modo da poter avvicinare gli insegnanti e gli allievi della scuola primaria a questa disciplina. Gli argomenti trattati fanno riferimento agli obiettivi d'apprendimento di scienze inclusi nel programma del quinquennio della scuola primaria.

Nozioni chimiche di base vengono trattate e insegnate a cominciare dalla scuola secondaria di primo grado: il programma di scienze introduce in maniera esplicita gli elementi chimici, la composizione atomica e molecolare della materia insieme alle sue proprietà chimico-fisiche e alle sue trasformazioni. Questo testo può essere utile come supporto per i docenti di scienze della scuola secondaria di primo grado, sia per la parte teorica (rivisitata nel capitolo 3) che per le attività didattiche sperimentali proposte nell'ultimo capitolo, adatte anche ad allievi della scuola secondaria.

Il libro si apre con due brevi capitoli introduttivi sulla rilevanza della scienza e della chimica nella nostra società e nella scuola primaria.

Il capitolo terzo propone una rivisitazione dei concetti principali che possono essere utili per spiegare con basi chimiche quanto già incluso nel programma di scienze della scuola primaria. L'approfondimento e la spiegazione con basi chimiche dei fenomeni che molto spesso osserviamo distrattamente, come se fossero scontati, richiedono l'introduzione dei componenti fondamentali della materia, cioè atomi e molecole. In questo capitolo, accanto alla trattazione scientifica e chimica di alcuni concetti, seppure sempre a livello qualitativo e mai quantitativo, è stata affiancata un'esemplificazione con un linguaggio adatto ai giovani alunni della scuola primaria. Questi esempi possono servire da spunto per il docente che ha la possibilità di ampliarli ulteriormente.

Nel testo sono presenti i seguenti inserti:

- *chimica di tutti i giorni*: fornisce spiegazioni su base chimica dei fenomeni della vita di tutti i giorni;
- *collegamenti interdisciplinari*: indica in modo molto sintetico e schematico alcuni spunti per i collegamenti con altre discipline oggetto di studio nella scuola primaria. L'indicazione non è ovviamente esaustiva;



- *concetti chiave*: i concetti affrontati nel testo sono talvolta riassunti in maniera schematica a fine paragrafo, venendo successivamente ripresi nelle schede relative alle attività sperimentali del capitolo quarto;
- *una visione alternativa*: fornisce un'esemplificazione dei concetti chimici con un linguaggio più vicino agli alunni.

Il quarto ed ultimo capitolo (Schede e attività pratiche) raccoglie una serie di schede operative di attività sperimentali da proporre in aula, raggruppate per argomento. All'inizio del capitolo vi è una tabella in cui vengono riassunte tutte le attività proposte e viene spiegato come è stato organizzato il materiale. Le schede riportano solo parte delle tante attività sperimentali che possono essere proposte agli alunni della scuola primaria; in molti casi sono presenti riferimenti ad altre fonti a cui è possibile attingere per trovare attività aggiuntive.

A fine libro sono state aggiunte delle Appendici:

- *Appendice A – Falsi luoghi comuni sulla chimica*: contiene una breve discussione sulle idee erranee più ricorrenti nella società.
- *Appendice B – Bibliografia*: riporta un elenco di libri in parte già citati nel testo, ma per semplicità di consultazione raccolti in questa sezione.
- *Appendice C – Girovagando per la rete*: fornisce un elenco di risorse web che possono essere utili per approfondimenti personali e per la didattica.

INDICE

Introduzione.....	1
-------------------	---

CAPITOLO 1 | Scienza, chimica e società

1.1 • Scienza e società.....	3
1.2 • Chimica e società.....	6

CAPITOLO 2 | Scienza e chimica nella scuola primaria italiana

2.1 • Una breve sintesi delle riforme scolastiche sull'insegnamento delle scienze.....	11
2.2 • La chimica nella scuola primaria: esclusa o inclusa nel programma di scienze?.....	13
2.3 • La formazione degli insegnanti.....	15
2.4 • I modelli: rilevanza e limiti nell'insegnamento della chimica.....	17
2.5 • Come introdurre la chimica agli studenti delle scuole primarie (e non solo).....	20

CAPITOLO 3 | Rivisitazione e modalità di illustrazione dei concetti chimici di base nella scuola primaria

3.1 • Introduzione.....	23
3.2 • Gli elementi chimici o l'alfabeto dell'universo.....	25
3.3 • Elementi e atomi: un viaggio tra storia, filosofia e scienza.....	28
3.3.1 • Evoluzione storica del concetto di elemento: dalla filosofia alla scienza.....	28
3.3.2 • I concetti moderni di elemento, atomo, molecola, sostanza semplice e composto.....	31
3.3.3 • La scala dimensionale della chimica.....	33
3.4 • Costruiamo gli atomi.....	34
3.5 • La tavola periodica e il suo significato.....	41
3.6 • La carta d'identità di alcuni elementi della tavola periodica.....	48
3.6.1 • L'idrogeno.....	49
3.6.2 • Il sodio.....	50
3.6.3 • Il carbonio.....	52
3.6.4 • L'azoto.....	53
3.6.5 • L'ossigeno.....	56
3.6.6 • Il cloro.....	57
3.6.7 • I gas nobili.....	59
3.7 • Dagli atomi alle molecole (come dire "dalle lettere alle parole").....	60
3.7.1 • Il legame covalente semplice.....	62
3.7.2 • Il legame covalente multiplo.....	66
3.7.3 • Alcune proprietà dei legami covalenti: la polarità e i legami covalenti polari.....	71
3.7.4 • I legami covalenti e le geometrie molecolari.....	74



3.7.5 • Le formule chimiche: decifriamo il codice.....	76
3.7.6 • Il legame ionico.....	77
3.7.7 • Il legame metallico.....	79
3.8 • I legami chimici, le forze intermolecolari e le proprietà della materia	80
3.8.1 • Lo stato fisico (stato di aggregazione) della materia.....	80
3.8.2 • I passaggi di stato.....	81
3.8.3 • Proprietà dei liquidi: la tensione superficiale e la capillarità.....	83
3.8.4 • Proprietà dei solidi: le strutture cristalline e le strutture amorfe	84
3.8.5 • Miscibilità, miscele e miscugli.....	85
3.8.6 • Soluzioni e solubilità.....	86
3.8.7 • Sfruttamento delle proprietà molecolari per separare le miscele nei loro componenti.....	89
3.8.8 • La conduzione elettrica.....	91
3.8.9 • La densità.....	92
3.9 • Le proprietà della materia come manifestazione macroscopica della struttura chimica.....	95
3.9.1 • Il legame ionico e le proprietà dei composti ionici.....	95
3.9.2 • Il legame metallico e le proprietà dei metalli.....	96
3.9.3 • Il legame covalente e le proprietà dei composti covalenti	96
3.9.4 • Le forze intermolecolari nei composti covalenti.....	97
3.10 • La reattività.....	105
3.10.1 • La combustione	105
3.10.2 • Reazioni di decomposizione	106
3.10.3 • Reazioni di ossidazione.....	107
3.10.4 • Reazioni di sintesi e condensazione.....	107
3.10.5 • Reazioni di idrolisi.....	107
3.10.6 • Reazioni acido-base.....	107
3.11 • Acidi e basi e la reattività acido-base.....	107
3.11.1 • Gli indicatori di pH.....	111
3.12 • Le basi chimiche del colore.....	113
3.13 • Le classi di biomolecole che sostengono la vita.....	118
3.13.1 • Acidi nucleici	119
3.13.2 • Proteine.....	119
3.13.3 • Lipidi	120
3.13.4 • Carboidrati.....	121
3.13.5 • Vitamine	121
3.14 • Un mondo fatto di... plastica	122

CAPITOLO 4 | Schede e attività pratiche

4.1 • La materia: introduzione alla sua composizione chimica	125
Scheda 1 • La chimica dei supereroi.....	126
Scheda 2 • La chimica negli effetti speciali del cinema. Neve finta.....	126
Scheda 3 • Guarda come luccica!.....	128
Scheda 4 • Caccia alla chimica!.....	129
Scheda 5 • Le dimensioni di atomi e molecole.....	130

Scheda 6 • Grandi atomi per piccoli chimici.....	131
Scheda 7 • Elettroni e protoni: siamo sicuri della loro esistenza?	133
Scheda 8 • C'è qualcosa che si muove! Saranno le molecole?.....	135
Scheda 9 • C'è qualcosa nell'aria.....	137
Scheda 10 • La bottiglia è piena o vuota?	138
Scheda 11 • Costruiamo le molecole covalenti. L'acqua.....	139
Scheda 12 • Costruiamo le molecole covalenti. L'anidride carbonica.....	140
Scheda 13 • Costruiamo le molecole ioniche. Il sale da cucina (cloruro di sodio).....	141
4.2 • Le forze intermolecolari: i solidi.....	143
Scheda 14 • Diamante e grafite: un modello macroscopico.....	143
Scheda 15 • Zucchero cristallizzato.....	144
4.3 • Le forze intermolecolari: gli stati di aggregazione della materia e i passaggi di stato.....	146
Scheda 16 • Chi è più veloce?.....	148
Scheda 17 • Il calore e il movimento delle molecole: misuriamo l'effetto sui gas con le bolle di sapone	149
Scheda 18 • Il processo di conduzione termica.....	150
4.4 • Le forze intermolecolari e i passaggi di stato: evaporazione.....	152
Scheda 19 • L'effetto del calore sulla velocità di evaporazione	152
4.5 • Le forze intermolecolari e i passaggi di stato: condensazione.....	154
Scheda 20 • La condensazione.....	154
Scheda 21 • Prepariamo l'acqua distillata.....	155
4.6 • Le forze intermolecolari e i passaggi di stato: congelamento (o solidificazione).....	157
Scheda 22 • Ghiaccio anche d'estate!	157
4.7 • Le forze intermolecolari e la fusione.....	158
Scheda 23 • Siamo fusili!.....	158
4.8 • Le forze intermolecolari e le proprietà dei liquidi: la tensione superficiale	159
Scheda 24 • Vogliamo stare "vicini vicini".....	160
Scheda 25 • La goccia che fa traboccare le... monete.....	161
Scheda 26 • Tiro al bersaglio (con l'acqua).....	163
Scheda 27 • Gran premio di formula... H ₂ O.....	164
Scheda 28 • Un motore tutto particolare.....	165
Scheda 29 • Acqua e... sapone.....	166
Scheda 30 • Un'esplosione di colori.....	167
4.9 • Le forze intermolecolari e la capillarità.....	168
Scheda 31 • Sedano blu.....	169
Scheda 32 • A chi piace l'acqua?.....	170
Scheda 33 • Il gioco delle sedie e la cromatografia.....	171

Scheda 34 • Cromatografia dei coloranti dei pennarelli	173
Scheda 35 • Cromatografia dei pigmenti delle foglie verdi	175
4.10 • Le forze intermolecolari e la densità	179
Scheda 36 • Un arcobaleno “chimico”	180
Scheda 37 • Alimenti a confronto	183
Scheda 38 • Il caso “iceberg”	185
Scheda 39 • La temperatura influenza la densità	186
4.11 • Le forze intermolecolari: miscele e soluzioni	187
Scheda 40 • Mescoliamo gli alimenti	188
Scheda 41 • A chi piace la crema gianduia?	191
Scheda 42 • Rosso rossetto	192
4.12 • Reattività: acidi e basi	193
Scheda 43 • Acido, basico o neutro?	195
Scheda 44 • Colori... col cavolo	196
Scheda 45 • Le piogge acide	198
Scheda 46 • Monete luccicanti	199
4.13 • Gli alimenti sono miscele di composti chimici	200
Scheda 47 • Un modello per raffigurare la struttura proteica	201
Scheda 48 • La denaturazione delle proteine: dal microscopico al macroscopico	202
Scheda 49 • La denaturazione delle proteine: un drastico cambiamento di colore	203
Scheda 50 • Un modello per rappresentare la struttura dei carboidrati	206
Scheda 51 • Chi trova un ami...do trova un tesoro	209
Scheda 52 • Quanto sei dolce?	210
Scheda 53 • Caccia al tesoro: la vitamina C	212
Scheda 54 • Cibi, ossigeno e vitamina C	213
Scheda 55 • Un modello per rappresentare la struttura dei polimeri	215

APPENDICI

Appendice A • Falsi luoghi comuni sulla chimica	217
Appendice B • Bibliografia	219
Appendice C • Girovagando per la rete	220

INTRODUZIONE

Insegnare chimica è difficile per vari motivi, tra cui la complessità della materia non è forse il più significativo. Purtroppo, si tratta di una disciplina non amata e nei confronti della quale un misto di rispetto riverenziale e di timore creano barriere emotive e mentali preconcepite, pertanto una buona didattica della chimica deve innanzitutto smontare questi pregiudizi, pervenendo a una disponibilità intellettuale del discente. Per ottenere questo risultato, è opportuno analizzare le tre caratteristiche principali di questa disciplina che, nel complesso, finiscono per distinguerla dalle altre branche della scienza. La prima di tali caratteristiche è la flessibilità, che ha consentito alla chimica di passare nel tempo dalla filotecnologia alla filoecologia, dalla chimica pesante alla chimica verde, dalla progettazione e produzione di armi a quella di miracolosi farmaci e di preziosi metodi a protezione dell'ecosistema, uomo compreso.

La seconda caratteristica è la creatività: dagli elementi alle molecole e da queste alle sostanze, a partire dai tasselli della tavola periodica. Si tratta, in sostanza, di trovare le combinazioni giuste e compatibili rispetto al fine della creazione, sia esso un farmaco, un alimento, un materiale, un cosmetico, o un optional qualunque. Infine, il carattere induttivo della conoscenza chimica, che pertanto non può prescindere dall'esperienza diretta: da qui l'importanza del laboratorio, degli esperimenti, dell'osservazione, della "serendipity", intesa come capacità di cogliere al volo gli stimoli che l'esperienza scientifica offre, magari al di fuori di quelli che erano in partenza i percorsi attesi ed esplorati. In fondo, l'evoluzione chimica dell'universo è un caso di immenso laboratorio chimico capace di trasformare materia informe in rocce, suoli, e di produrre elementi pesanti a partire da quelli leggeri, arrivando infine ai composti veri e propri. Proprio grazie a queste caratteristiche, l'applicazione della chimica alla vita di tutti i giorni ha comportato un miglioramento della qualità della stessa, soprattutto in termini di sicurezza, grazie all'introduzione di norme, dispositivi e nuovi materiali compatibili con l'ambiente, nel rispetto dei principi della Chimica Verde. Partendo dalla vita reale, diventa più facile affrontare i concetti chiave alla base di questa disciplina, ossia quelli di: atomo, molecola, composto, equilibrio chimico, acido, base, metallo e non metallo, ossidazione e riduzione, idrolisi e polimerizzazione, precipitazione e dissoluzione, chelazione e complessazione.

Un altro aspetto che un'efficace didattica della chimica non dovrebbe trascurare è il rispetto per la storia della disciplina: le teorie, le convinzioni, le evidenze cambiano, ma anche quelle superate ci lasciano insegnamenti preziosi. La strumentazione chimica ne è un fedele testimone: oggi gli strumenti tendono ad assomigliare tutti a scatole nere inaccessibili, non consentendo in tal modo di osservare la loro struttura o di comprendere il relativo meccanismo di funzionamento. Lo strumento obsoleto, il modello superato, allora, acquistano nuovo prezioso valore: questo dimostra che

gli elementi evolutivi concettuali e sperimentali possono fornire un prezioso aiuto purché opportunamente colti.

Prof. Luigi Campanella
(Past President della Società Chimica Italiana)

CAPITOLO 1

Scienza, chimica e società

*Considerate la vostra semenza: / fatti non foste a viver come bruti, /
ma per seguir virtute e canoscenza*

[Dante, *Inferno*, c. XXVI, vv. 118-120]

1.1 • Scienza e società

“È nella natura umana pensare in modo saggio e agire stupidamente.” (Anatole France).

Nella società attuale, sempre più basata sul sapere scientifico, la cui pratica applicazione si manifesta tramite tecnologie più o meno complesse e sofisticate che di fatto determinano il vero progresso del mondo intero, è tuttora presente l'errata convinzione che le materie umanistiche siano formative, al contrario di quelle scientifiche, considerate aride, informative, estremamente specializzate. Oggi, nel comune sentire, i termini “filosofia/filosofo” e “scienza/scenziato” sono identificati come “materie/professioni” del tutto antitetiche, se non addirittura tra loro incompatibili. Il termine greco “filosofia” significa letteralmente “amore per la sapienza” e si riferisce ad “un campo di studi che si pone domande e riflette sul mondo e sull'uomo, indaga sul senso dell'essere e dell'esistenza umana, tenta di definire la natura e analizza le possibilità ed i limiti della conoscenza”. È quindi evidente che filosofia e scienza (sapienza) sono intimamente interconnesse e non antiteticamente contrapposte. Già Anassimandro di Mileto, filosofo greco del 600 a.C. che ricercava le origini del mondo e ne definì gli elementi fondamentali (aria, acqua, terra, fuoco, a loro volta originati da un elemento indefinito denominato *apeiron*), passò dalla teoria alla pratica: pare infatti che sia stato il primo cartografo, “inventando” così una nuova scienza (“sapienza”). In questo contesto, anche la celebre terzina dantesca citata in epigrafe può apparire emblematicamente significativa.

L'immagine dello scenziato è molto spesso riferita ad una figura maschile¹, povera di spirito, fredda, poco o per nulla emozionabile e con scarso senso artistico. Anche questo stereotipo, tuttavia, non corrisponde alla realtà, come ben evidenzia Ernesto Ferrero nell'introduzione de *I racconti* di Primo Levi:

Solo chi dispone di strumenti concettuali e conoscitivi che siano al tempo stesso complessi, sofisticati e duttili può tentare la vera creatività. Non credo di conoscere persone più creative dei fisici, dei biologi e dei matematici: il vero “romanzo”, la vera avventura di conoscenza e di scoperta è quella che loro corrono, anche se il linguaggio che usano è

¹ *Sex and the citadel of science*, Michelle Francl, *Nature Chemistry*, 2011, 3, 670.

decifrabile soltanto da una élite ristretta in possesso di certi codici specializzati e non sarà un caso che le esperienze letterarie più autenticamente feconde del nostro Novecento, le più innovative, le più ricche di contenuto nutrizionale per la mente del lettore, ci vengano da tre scrittori i cui interessi tecnico-scientifici si sono felicemente coniugati con un solido sostrato di cultura classica: l'ingegner Carlo Emilio Gadda, Italo Calvino (figlio di botanici, che aveva fatto sua la disposizione ordinatrice e classificatrice dei genitori), e Primo Levi, dottore in chimica...

Lo scienziato è mosso dalla curiosità: essere curiosi significa osservare, porsi delle domande e trovare delle risposte. La ricerca delle risposte richiede certamente un ragionamento rigoroso, un approccio analitico, "scientifico", che però deve essere accompagnato dalla fantasia e dall'abbandono di qualsiasi pregiudizio. La fantasia è peraltro alla base di ogni espressione artistica (letteratura, cinema, pittura, scultura, musica ...). La fantasia è il minimo comune denominatore per la scienza e per l'arte, che sono due facce della stessa medaglia, derivanti entrambe dalla curiosità innata dell'essere umano e dal duplice desiderio di esplorazione: interiore (l'arte in ogni sua forma come espressione del sé) ed esteriore (la scienza studia il mondo che ci circonda).

L'esplorazione del sé e del mondo intorno a noi è un desiderio particolarmente forte e trainante nei bambini, e per questo motivo l'insegnamento della scienza ed un approccio scientifico nell'osservazione del mondo esteriore dovrebbero essere introdotti fin dalla scuola dell'infanzia. Chi è più fantasioso dei bambini?

L'approccio umanistico e quello scientifico dovrebbero aver ugual peso e integrarsi l'uno con l'altro nella programmazione della didattica nella scuola dell'infanzia e, a maggior ragione, nella scuola primaria.

La disputa tra chi pratica le scienze e chi si occupa di materie umanistiche trova probabilmente una prima testimonianza nella cultura del Novecento nella pubblicazione del chimico britannico Charles P. Snow, *Le due culture* (1959). Il dibattito sulle "due culture", che cerca di portare all'affermazione dell'una sull'altra, è un tema chiave di tutti i tempi, attuale anche nella nostra società, come dimostrano le diverse opere di autori italiani e stranieri. Talvolta, ad inasprire il dibattito, intervengono notizie di cronaca in cui la scienza e il progresso tecnologico da essa derivante sono ritenuti responsabili di varie calamità: dai disastri ecologici agli effetti collaterali imprevisi e/o dannosi di farmaci a ogni tipo di inquinamento (reale, presunto o ipotetico).

Scriva S. J. Gould, ne *La vita meravigliosa*: "Io temo che *Homo sapiens* sia una cosa tanto piccola in un vasto Universo, un evento evolutivo estremamente improbabile nell'ambito della contingenza. Il lettore può prendere questa conclusione come gli pare. Alcuni troveranno questa prospettiva deprimente, io l'ho sempre considerata esaltante: una fonte insieme di libertà e di conseguente responsabilità morale".

L'uomo ha una responsabilità morale; la scienza è un'espressione dell'attività umana, e come tale soggetta ai limiti della nostra natura, del nostro egoismo, del non ottimale (se non talvolta pessimo) utilizzo delle nostre scoperte. Esempio sicuramente significativo è la ricerca nell'ambito dell'energia nucleare² i cui studi sono stati approfonditi quasi esclusivamente per soddisfare impieghi bellici e che solo in un secondo

² La storia, la scienza e la politica dell'energia nucleare sono raccontate nel saggio di Giancarlo Surloni dal titolo *L'atomo diviso*, Sironi Ed.

tempo hanno portato ad applicazioni in ambito civile (importantissime tra l'altro quelle in campo medico-diagnostico).

A questo proposito è significativo il commento di K. Bainbridge, responsabile del Trinity Test, effettuato il 16 luglio 1945 nel New Mexico: “Nessuno che l'abbia visto potrà dimenticare quel laido e terribile spettacolo. Ora siamo tutti figli di puttana”. In queste poche forti parole appare assolutamente evidente che l'uomo è totalmente responsabile dell'utilizzo delle conoscenze acquisite tramite lo studio e la ricerca.

Al dibattito sulla rilevanza culturale della scienza rispetto alle discipline umanistiche si aggiunge la percezione comune che le discipline scientifiche, prime tra tutte la fisica, la chimica e la matematica, siano così difficili da risultare inaccessibili. Responsabile di questa percezione è il linguaggio utilizzato dallo scienziato, ricco di tecnicismi, formule matematiche, formule chimiche, equazioni, al punto che alla fine risulta difficile o peggio impossibile comprendere chi non ha fatto di quella scienza la sua professione. Rende bene l'idea Carlo Bernardini, quando afferma che se c'è “un problema di incomunicabilità, questo è dovuto soprattutto ai linguaggi, che diventano divergenti, là dove il linguaggio scientifico si prende la sua autonomia e lascia in soffitta il linguaggio di tutti i giorni”. Gli scienziati hanno in questo una forte responsabilità: devono imparare a comunicare le loro scoperte, la loro scienza, ognuno deve farsi comprendere. “L'incomprensibilità deliberata è una perversione, una forma di ostilità gratuita verso i propri simili”³.

È necessario formare figure professionali che siano abili comunicatori scientifici, che abbiano una solida e rigorosa preparazione scientifica accompagnata dalla capacità di divulgare correttamente ed in modo “banalmente” comprensibile l'informazione⁴, l'essenza della scienza. Purtroppo, i mezzi d'informazione di massa spesso promuovono notizie, o peggio ancora intere trasmissioni in cui si fa pseudoscienza; “La denutrizione scientifica... la corriva tolleranza umanista verso l'irrazionale... questo pensiero che bada solo a essere erudito ed elegante e non si preoccupa minimamente del rigore semantico, può avere enormi responsabilità nella formazione dell'uomo contemporaneo (Bernardini, De Mauro Contare e raccontare).

La divulgazione e l'insegnamento delle scienze sono fondamentali per poter costruire un sapere scientifico consapevole all'interno della società⁵, al fine di formare cittadini con una adeguata istruzione scientifica, non necessariamente professionale, ma tale da consentire la partecipazione critica ai dibattiti pubblici su come applicare i risultati della ricerca scientifica.

Diversi scienziati, prevalentemente fisici, sia italiani che stranieri, si sono prodigati nella scrittura di diverse opere divulgative e sono riusciti, in modo molto efficiente, a comunicare e promuovere le loro discipline⁶. Possiamo citare, tra gli altri, Tullio Reg-

³ Bernardini, De Mauro, *Contare e raccontare*.

⁴ Si potrebbe citare questo episodio ad una lezione di farmacologia. Il docente, alla domanda di uno studente di chiarire la differenza tra farmaco e veleno, rispose: anche le paste alla crema, oltre il 25° kg, possono essere letali. Concetto “banalmente” comprensibile anche ai bambini per illustrare il legame dose-effetto.

⁵ Marteen Rees, *Da qui all'infinito. Una riflessione sul futuro della scienza*.

⁶ Alcune opere che l'autore ritiene particolarmente significative: *Breve storia dell'atomo*, *Come si sbriciola un biscotto*, *Elementi*, *L'atomo diviso*.

ge⁷, Margherita Hack⁸, Giancarlo Sturloni⁹, Andrea Frova¹⁰, Luca Sciortino¹¹, Gianni Fochi¹², Marco Malvaldi¹³ e Vincenzo Balzani¹⁴. Inoltre, non possiamo dimenticare rilevanti scienziati-scrittori italiani del '900 e contemporanei. Tra i chimici, oltre a Primo Levi, ricordiamo Elias Canetti e Alberto Cavaliere¹⁵. Anche alcuni ingegneri hanno apportato il loro contributo alla letteratura italiana, tra i quali ricordiamo Carlo Emilio Gadda e Luciano De Crescenzo che oggi ci sono noti solo come grandi scrittori.

La chimica ha ispirato diverse opere letterarie, tra cui *Zio Tungsteno* di Oliver Sacks e *Le affinità elettive* di Johann Wolfgang von Goethe, studioso della natura e appassionato di mineralogia (il titolo fa riferimento alle affinità tra gli elementi chimici nel formare le molecole). L'autrice del Premio Pulitzer 2010, Deborah Blum, nell'opera *The Poisoner's Handbook*, e Hugh Aldersey-Williams, in *Favole periodiche – Vite avventurose degli elementi chimici*, si sono ispirati alla chimica.

1.2 • Chimica e società

“Tutte le cose sono fatte di atomi: l'ipotesi più importante di tutta la biologia, per esempio, è che quello che fanno gli animali lo fanno gli atomi. In altre parole, non c'è nulla che gli esseri viventi possano fare e che non si possa comprendere partendo dall'ipotesi che siano fatti di atomi interagenti secondo le leggi della fisica.” (R. Feynman, Sei pezzi facili).

Partendo da un quadro in cui la conoscenza scientifica ha difficoltà ad essere apprezzata e studiata, come si posiziona la chimica, e tutto ciò che a questa disciplina è correlato?

Sul Vocabolario della lingua italiana di Nicola Zanichelli, edizione 2013, possiamo trovare:

- *Chimica (s.f.):* Scienza che studia le proprietà, la composizione, l'identificazione, la preparazione ed il modo di reagire delle sostanze naturali e artificiali del regno inorganico e di quello organico.
- *Chimico (agg.):* relativo alla chimica; detto di sostanza ottenuta in laboratorio da altre sostanze.

⁷ Tullio Regge, *Lettera ai giovani sulla scienza*, Rizzoli 2004.

⁸ Tra gli altri: *Perché le stelle non ci cadono in testa?*, Federico Taddia, Margherita Hack e R. Luciani; *Tutto incomincia dalle stelle*, Margherita Hack, Gianluca Ranzini e A. Agliardi; *Stelle da paura. A caccia dei misteri spaventosi del cielo*, Margherita Hack, Gianluca Ranzini e A. Agliardi.

⁹ Giancarlo Sturloni, *L'atomo diviso*, Sironi Ed. 2013; *Le mele di Chernobyl sono buone. Mezzo secolo di rischio tecnologico* (Sironi, 2006); Giancarlo Sturloni e Daniela Minerva, *Di cosa parliamo quando parliamo di medicina*, Codice 2007.

¹⁰ Andrea Frova, *La scienza di tutti i giorni*, 2010; *Perché accade ciò che accade*, BUR Scienza 1995.

¹¹ Luca Sciortino, *Vita di un atomo raccontata da se medesimo*.

¹² *La Chimica fa bene*, Gianni Fochi.

¹³ M. Malvaldi, *La briscola in cinque* (2007), *Il gioco delle tre carte* (2008), *Il re dei giochi* (2010), *La carta più alta* (2012).

¹⁴ V. Balzani e N. Armaroli, *Energia oggi e domani. Prospettive, sfide, speranze*.

¹⁵ Alberto Cavaliere, *La chimica in versi*.

La chimica dunque cerca di comprendere la materia, la sua composizione ed il suo comportamento.

Questi quesiti trovano origine nell'antichità, portandoci, in particolare, ai filosofi dell'antica Grecia (Leucippo, Democrito Empedocle e Platone¹⁶) con lo sviluppo delle loro teorie sugli elementi e con l'introduzione del concetto di atomo da parte di Platone. Il concetto di atomo viene rivisto da Dalton nel 1800, che ha introdotto la moderna teoria atomica, su cui sono state costruite le successive conoscenze in ambito chimico.

Nonostante la chimica abbia contribuito ad elevare la qualità della vita, la percezione odierna è per lo più negativa; di conseguenza tutto ciò che è chimico (o sintetico) è considerato cattivo, mentre tutto ciò che è "naturale" o "biologico" è buono. Sia la definizione del vocabolario sia il significato comune attribuito all'aggettivo chimico in contrapposizione a ciò che è naturale si fondano su una scorrettezza di base: chimico deve essere detto di qualsiasi sostanza, in quanto materia o composto costituito da elementi di base (gli atomi). Viceversa, i composti chimici possono essere naturali, cioè esistenti in natura, o artificiali, vale a dire prodotti dall'uomo e non naturalmente presenti nel mondo che conosciamo. A dimostrazione dell'utilizzo erroneo, pur tuttavia esteso, di questi termini vi è l'incredibile diffusione di "prodotti biologici", percepiti dal consumatore come cibi sani, in cui il termine "biologico"¹⁷ "suggerisce" che il frutto non sia stato trattato con composti chimici.

Eppure, una mela è un prodotto biologico (naturale)¹⁸, in quanto frutto derivante da un processo naturale e non introdotto artificialmente dall'uomo, sia che venga prodotta senza alcun trattamento da parte del coltivatore, sia che vengano utilizzati additivi, pesticidi o concimi dal frutticoltore. Quando piove o quando il coltivatore irriga il campo, i meli vengono trattati "naturalmente" (pioggia) o artificialmente (irrigazione) con l'acqua, che non è altro che un composto chimico (naturale). Mi sembra significativo riportare il seguente intervento di un alunno di classe quinta di una scuola primaria, dopo che l'insegnante di scienze aveva proposto alla classe un percorso didattico sugli elementi chimici e sulla struttura atomica:

Ora ho chiaro cos'è la chimica: ora so che la chimica è tutto, e anche quando mangio o bevo ingurgito atomi (F., classe V).

Per prima cosa, quindi sarebbe necessario mettere un po' d'ordine nelle definizioni e negli aggettivi diffusi per attirare (o spaventare) i cittadini e i consumatori. Chimico è tutto ciò che costituisce la natura, che forma l'uomo o la donna e tutta la materia che ci sta intorno. Chimici sono anche molti composti artificiali non esistenti in natu-

¹⁶ Poiché il programma ministeriale della quinta classe della scuola primaria prevede lo studio della civiltà greca, potrebbe essere interessante introdurre la teoria atomica di Platone, nonché la rappresentazione grafica dei quattro elementi – terra, acqua, aria e fuoco – con forme geometriche regolari in un percorso interdisciplinare che includa la geometria solida, anch'essa introdotta nel programma di geometria.

¹⁷ Il dizionario Zanichelli riporta la seguente definizione: "biologico": relativo alla biologia, cioè alla scienza che studia i fenomeni comuni a tutti gli esseri viventi, animali e vegetali.

¹⁸ Nei paesi anglosassoni l'espressione equivalente al nostro "cibo biologico" è "organic food". Anche qui si assiste ad un utilizzo scorretto del termine "organic", che significa "organico", dal dizionario Zanichelli, cioè relativo al mondo animale o vegetale.

ra, ma non per questo nocivi. Molti farmaci sono composti chimici artificiali (non esistenti in natura) assolutamente benefici, poiché ci consentono di curare molte delle patologie che colpiscono l'uomo; l'allungamento della vita media che si è riscontrata negli ultimi decenni è in gran parte da attribuire ai farmaci, prodotti dall'industria chimica farmaceutica.

Gli anestetici utilizzati in chirurgia sono composti chimici artificiali di indubbia rilevanza: immaginate di dover essere operati di appendicite senza che il chirurgo abbia a sua disposizione l'anestetico, o in assenza di antibiotici per limitare il rischio di infezione post-operatorio!

Il latte materno è un'incredibile miscela di composti chimici (vitamine, carboidrati, sali minerali, anticorpi, lipidi, proteine) magistralmente prodotta dalla natura, inimitabile per le sue proprietà e fondamentale per la corretta nutrizione dei neonati nei primi mesi di vita. Tutti gli alimenti sono una miscela di centinaia di componenti chimici in proporzioni variabili; generalizzando, i prodotti naturali sono prodotti chimici.

Analogamente, moltissime tossine e veleni prodotti come arma di difesa da alcune specie animali sono composti chimici naturali, ma assolutamente nocivi se non mortali (es. il veleno dello scorpione, di alcuni serpenti, della vedova nera). Eppure, secondo la terminologia correntemente utilizzata, potremmo definirli "prodotti biologici".

Capolavori d'arte di ogni tempo (gli affreschi della cappella Sistina, i dipinti del periodo impressionista, le iscrizioni rupestri del Paleolitico) non sarebbero stati realizzabili se gli artisti non avessero avuto a disposizione determinati composti chimici (naturali o artificiali) prodotti dalle conoscenze anche empiriche del loro tempo¹⁹. Si potrebbe continuare evidenziando le basi chimiche dei nostri sensi²⁰:

- *la vista*: l'immagine di un qualsiasi oggetto sulla nostra retina è dovuta alla reazione chimica di molecole presenti nei bastoncelli (cellule della retina) favorita dalla luce; la reazione libera energia che viene trasformata in impulso elettrico, trasmessa al nostro cervello mediante il nervo ottico ed elaborata a formare l'immagine. Alla base di questo complesso processo, ad oggi non ancora completamente decifrato, vi è la trasformazione chimica;
- *l'olfatto*: la nostra percezione olfattiva è strettamente dipendente dalle interazioni tra molecole volatili in grado di raggiungere i nostri recettori olfattivi. Quando questi ultimi incontrano ed interagiscono chimicamente con le molecole responsabili degli odori, viene prodotto un segnale nervoso che arriva al nostro cervello e che viene interpretato, portandoci ad individuare l'odore percepito.

Diversamente da quanto visto finora sulla chimica e sulla sua percezione, stranamente il sostantivo "molecola" e il corrispondente aggettivo "molecolare" non hanno connotazioni negative, come possiamo dedurre anche dalla diffusione della "cucina molecolare" o "gastronomia molecolare", considerata una sperimentazione di nuove

¹⁹ Philip Ball, *Colore. Una biografia. Tra arte, storia e chimica, la bellezza e i misteri del mondo del colore*, Adriano Zecchina, *La chimica e l'evoluzione della pittura*, Ed. Zanichelli 2012.

²⁰ In genere il gusto e l'olfatto vengono definiti "sensi chimici". Il ruolo del gusto nell'influenzare la nostra alimentazione e soprattutto l'industria alimentare è descritto ne *Il cervello goloso* di André Holley.

modalità di preparazione, cottura, abbinamento e presentazione dei cibi, e percepita positivamente dal consumatore.

Insomma, la chimica, come scienza e come industria, porta innovazione in quasi tutti i settori produttivi.

L'allontanamento ed il rifiuto della chimica come scienza e tecnologia utile all'uomo è da attribuire certamente alle numerose catastrofi provocate dall'industria chimica, che spesso non si assume le responsabilità di quanto causato, nonché allo sforzo di cercare di insabbiare i danni, ottenendo invece come unico effetto una totale perdita di credibilità da parte dei cittadini.

Possiamo ricordare la strage di Bhopal, i recenti casi portati alla ribalta dalla cronaca italiana per quel che riguarda il petrolchimico di Marghera, il caso Ilva di Taranto ed Eternit di Casale Monferrato, i problemi derivanti dallo stoccaggio, dal trasporto e dallo smaltimento delle scorie radioattive.

Pur vivendo in una società strettamente dipendente dalla chimica, i cittadini associano ad essa una connotazione negativa, fenomeno che è stato definito “chemofobia”²¹. Comunicare la chimica al grande pubblico risulta difficile a causa della “chemofobia” e della sua inerente complessità. È compito dei chimici migliorare le proprie capacità comunicative verso il grande pubblico. Provocatorio un recente articolo pubblicato su *Nature Chemistry*, intitolato “A comprehensive overview of chemical-free consumer products”²² che riporta due pagine assolutamente bianche.

Per contrastare la chemofobia, un possibile approccio sarebbe quello di evidenziare tutto ciò che di positivo hanno portato la chimica e l'industria chimica nel nostro mondo e nelle nostre case. Interessante l'approccio divulgativo promosso recentemente dalla *Società Chimica Italiana* (SCI) attraverso il suo blog²³.

Un approccio sicuramente più efficace, i cui risultati si potranno percepire solo a lungo termine, è l'avvicinamento a questa disciplina già a partire dalla scuola primaria. Un ruolo formativo delle discipline chimiche è stato magistralmente evidenziato da Primo Levi, anche se molto lontano dalla percezione comune (si veda la citazione d'apertura). Questo ruolo “formativo” attribuito allo studio della chimica è testimoniato da diverse figure carismatiche e rilevanti del nostro tempo. Hanno seguito studi chimici Margareth Thatcher (che lavorò da chimica negli anni '50 in una importante ditta produttrice di gelato con il suo nome da nubile Margareth Roberts)²⁴, e Papa Francesco. Il Nobel per la Chimica nel 1986, Yuan-Tseh Lee, è stato primo ministro della Repubblica Cinese di Taiwan; inoltre era un chimico di fama internazionale il primo presidente dello stato di Israele, Chaim Weizmann.

È assolutamente necessario intraprendere una strada efficace per l'insegnamento della chimica e per la comunicazione di questa scienza al grande pubblico. La chimi-

²¹ a) Laszlo P. in *The Public Image of Chemistry* (eds Schummer, J., Bensaude-Vincent, B. & van Tiggelen, B.), Ch. 12 (World Scientific, 2007); b) *The two faces of chemistry in the developing world*, C. N. R. Rao, *Nature Chemistry*, 2011, 3, 678; c) *Communicating chemistry for public engagement*, Matthew R. Hartings and Declan Fahy, *Nature Chemistry*, 2011, 3, 678.

²² *A comprehensive overview of chemical-free consumer products*, Alexander F. G. Goldberg and CJ Chemjobber, *Nature Chemistry*, 2014, 6, 1 pubblicato con libero accesso sul blog <http://blogs.nature.com/thesepectalchymist/>.

²³ <http://ilblogdellasci.wordpress.com>.

²⁴ *The science of Ice Cream*, Chris Clarke, RSC Publishing, 2012, ISBN 978-1-84973-127-0.

ca non è solo storia di disastri, ma anche di quello che abbiamo nel piatto per cena, dei componenti del nostro iPhone, di cui non possiamo più fare a meno, di noi stessi, del nostro metabolismo, delle nostre emozioni, dei nostri pensieri come “prodotti” di un incredibile e perfetto laboratorio chimico.

Dunque, l'insegnamento della scienza in generale e della chimica in particolare è oggi più che mai importante, perché viviamo in un momento cruciale della storia, caratterizzato da grandi problemi, quali l'insostenibilità ecologica della società “industrializzata”, la crisi energetico-climatica, la redistribuzione delle risorse alimentari, e i problemi sociali che ne derivano. Come ha scritto il premio Nobel Richard Ernst: “Chi altro, se non gli scienziati, ha la responsabilità di stabilire le linee guida verso un progresso reale, che protegga anche gli interessi delle prossime generazioni?”.

i quaderni della DIDATTICA

Rivolta a chi già insegna o desidera intraprendere la professione di docente ma anche ai candidati a corsi di specializzazione e studenti universitari, la collana contiene volumi dedicati ai principali strumenti teorici e operativi della didattica, la cui acquisizione costituisce un aspetto fondamentale della professione di insegnante.

Il volume si propone di fornire a chi insegna chimica o sta affrontando l'iter per diventare docente, i principali fondamenti pedagogici della didattica della chimica, la cui acquisizione costituisce, insieme alla preparazione disciplinare e metodologica, l'aspetto fondamentale della professione. Lo scopo del testo è quello di favorire la costruzione di saperi e buone pratiche indispensabili nell'ambito della propria professionalità, sviluppando la capacità di attivare percorsi di apprendimento che facilitino l'acquisizione di conoscenze e abilità su vari livelli.

Dopo una puntuale rassegna delle tematiche ritenute alla base della prassi e della teoria, il testo pone particolare attenzione ai processi di apprendimento che si attivano attraverso la prassi esecutiva (un apposito capitolo è dedicato a schede e attività pratiche), passando ad offrire spunti pratici sui principali metodi e strumenti della didattica della chimica. Il volume, inoltre, è arricchito da una serie di inserti che consentono di fissare i concetti basilari della disciplina e da tre appendici, contenenti indicazioni bibliografiche e spunti per materiali di documentazione e aggiornamento.



www.edises.it
info@edises.it

 Per essere sempre aggiornato seguici su Facebook
facebook.com/ilconcorsoacattedra

Clicca su mi piace  per ricevere gli aggiornamenti.



€ 18,00

