

I tanti volti della chimica

Percorsi innovativi
per insegnarla e comprenderla

a cura di

Eleonora Aquilini, Elena Ghibaudi,
Margherita Venturi, Giovanni Villani



I tanti volti della chimica

Percorsi innovativi per
insegnarla e comprenderla

a cura di

E. Aquilini, E. Ghibaudi, M. Venturi, G. Villani



Strumenti



Volume pubblicato con il contributo della Società di chimica italiana e della Divisione di Didattica chimica.

Grafica e Impaginazione StudioNegativo.it

© 2024, Clueb casa editrice
via Marsala, 31 – 40126 Bologna
ISBN 978-88-491-5797-0

Per conoscere le novità e il catalogo, consulta
www.clueb.it

INDICE

Prefazione	1
Sezione 1 – Aspetti generali della didattica delle scienze	5
1 Riflessioni sulle principali concezioni di insegnamento/apprendimento <i>Carlo Fiorentini</i>	7
2 L'approccio scientifico alla realtà: una riflessione epistemologica <i>Elena Ghibaudi, Giovanni Villani</i>	23
3 Insegnare la disciplina, ma come? La scelta di contenuti e obiettivi come snodo fondamentale per favorire l'apprendimento pieno <i>Elisabetta Nigris, Franco Passalacqua</i>	37
4 Misurare e valutare per promuovere l'apprendimento <i>Ira Vannini</i>	53
Sezione 2 – La didattica della chimica e le sue specificità	69
5 Specificità della chimica e universalità del suo linguaggio. Relazione con le altre discipline scientifiche e suo valore culturale <i>Giovanni Villani, Vincenzo Villani</i>	71
6 La struttura logico-concettuale della chimica e le sue implicazioni per la didattica <i>Elena Ghibaudi, Alberto Regis</i>	83
7 Riflessioni e proposte sul ruolo didattico della storia e dell'epistemologia nell'insegnamento della chimica <i>Eleonora Aquilini, Antonio Testoni</i>	105
8 Criteri e proposte per la progettazione del curriculum verticale per la chimica <i>Eleonora Aquilini, Alberto Regis</i>	115
9 La didattica laboratoriale <i>Lucia Balduzzi, Margherita Venturi</i>	137
10 Il laboratorio sperimentale e virtuale come ambiente di apprendimento <i>Marina Gobbo, Laura Orian, Pier Cesare Rivoltella</i>	155
11 La valutazione e la didattica della Chimica nella scuola dell'obbligo <i>Paola Ambrogi</i>	181
12 Rapporto tra cultura chimica e società: etica, sostenibilità e i due volti della Chimica <i>Luigi Campanella, Matteo Guidotti</i>	201

Sezione 3 – Esempi di percorsi didattici per i diversi livelli di formazione	223
13 Esempi di percorsi didattici per la scuola primaria e la scuola secondaria di I grado	
<i>Carlo Fiorentini, Ugo Cosentino</i>	225
14 Esempi di percorsi didattici per la scuola secondaria di II grado: biennio	243
Apprendimento e insegnamento del concetto di equilibrio chimico	
<i>Marco Ghirardi, Alberto Regis</i>	243
Dalla materialità dell'aria al concetto di gas	
<i>Claudia Andreini, Antonio Testoni</i>	258
15 Esempi di percorsi didattici per la scuola secondaria di II grado: triennio	277
Una classe di materiali molto speciali: i cristalli liquidi	
<i>Valentina Domenici, Sandro Jurinovich</i>	277
Fare chimica con il latte	
<i>Anna Maria Madaio</i>	294
Recupero dell'oro dai rifiuti RAEE mediante scarti alimentari	
<i>Teresa Cecchi</i>	313
16 Esempi di percorsi didattici per l'università	323
Percorsi didattici di introduzione alla Meccanica Quantistica	
<i>Ugo Cosentino, Mariano Venanzi</i>	323
Approcci metodologici innovativi nell'insegnamento della didattica della Chimica	
<i>Delia Chillura Martino, Antonella Maggio</i>	352
Sperimentazione di percorsi didattici innovativi in ambito universitario: due esempi	
<i>Sergio Zappoli, Margherita Venturi, Erika Scavetta, Andreas Lesch</i>	357

Prefazione

Se andate a parlare con i bambini dell'asilo o della prima elementare, troverete classi piene di appassionati di scienza. Fanno domande profonde. Chiedono: «cos'è un sogno, perché abbiamo le dita dei piedi, perché la luna è rotonda, qual è il compleanno del mondo, perché l'erba è verde?» Sono domande profonde e importanti. Vengono fuori da sole. Se andate a parlare ai ragazzi dell'ultimo anno delle superiori, non c'è nulla di tutto questo. Non sono più curiosi. Tra l'asilo e l'ultimo anno delle superiori è successo qualcosa di terribile.

Carl Sagan

Le parole di Carl Sagan, astronomo e divulgatore appassionato, vincitore di un premio Pulitzer nel lontano 1978, segnalano un problema che pare non aver ancora trovato risposte risolutive: troppo spesso la scuola, invece di accendere un fuoco, spegne la curiosità. Le motivazioni sono molte e variegata, e non sono soltanto intrinseche al mondo scolastico; tuttavia, è indubbio che prassi didattiche poco consapevoli, un'organizzazione scolastica e un quadro legislativo lontani dall'ideale, un'azione di formazione dei docenti non sempre adeguata sul piano pedagogico e didattico-disciplinare concorrano a realizzare lo scenario denunciato da Sagan.

Per la chimica, vanno poi considerati gli ostacoli derivanti dall'immagine generalmente non positiva di questa disciplina nell'immaginario collettivo e, non ultimo, il fatto che la chimica viene percepita dai più come un mero sapere tecnico, piuttosto che un'espressione culturale. Dobbiamo, tuttavia, notare che un contributo a questa percezione "esclusivamente tecnica" della chimica proviene dagli stessi chimici, che sottovalutano – in ogni ambito di insegnamento – gli aspetti storico/epistemologici, e generalmente culturali, di questa disciplina.

Lo spazio didattico (a scuola e nell'università) è il luogo della custodia e della comunicazione del sapere di ogni disciplina: ha dunque a che fare con la definizione dell'identità disciplinare, che evolve nel tempo anche in rapporto alla cultura generale. La scuola è inoltre, e soprattutto, il luogo della formazione culturale delle persone e della loro maturazione come cittadini, scopi ai quali ogni singola disciplina concorre in modo peculiare.

La chimica non fa eccezione. Proprio per questa ragione, è così irrinunciabile aver cura dello spazio didattico ad essa dedicato e saper cogliere le occasioni che esso offre per la formazione di persone responsabili, capaci di prendersi cura del mondo in cui vivono e di apprezzarne l'unicità e la straordinarietà. Queste idee erano già presenti in un autorevole testo didattico realizzato da Leonello Paoloni

nel 1981: «I mali oggi attribuiti alla chimica sono ugualmente dovuti all'ignoranza e all'abuso, e la loro eliminazione non può che seguire le stesse linee che in passato: maggior conoscenza e miglior modo di governare. Per questo abbiamo bisogno di una migliore educazione, di rendere sempre più la scienza, e la chimica in essa, parte della cultura di ogni cittadino»¹.

Questo progetto ha l'ambizione di porsi nel solco tracciato da Paoloni e da altri autorevoli autori che, attraverso i loro testi, hanno voluto condividere i risultati delle loro ricerche in ambito chimico didattico, epistemologico e storico, contribuendo alla nascita e allo sviluppo di campi di ricerca scientifico-disciplinare ancora troppo poco valorizzati nel panorama italiano.

Questo testo nasce in un frangente storico che vede due novità sul piano della didattica della chimica: l'attivazione di svariati corsi di didattica della chimica, inseriti nel percorso curricolare degli studi in chimica o in ambiti affini; la rinascita di un percorso istituzionale di formazione dei docenti in ingresso nella scuola secondaria, dopo la felice (ma bruscamente interrotta) esperienza delle SSIS e i meno felici esperimenti dei TFA e dei PAS.

Ci è parso che le circostanze facessero emergere due necessità: i) offrire supporto ai titolari e ai frequentatori dei corsi di didattica della chimica attivi nei vari percorsi universitari e post-universitari; ii) valorizzare i contributi elaborati dai settori di ricerca didattica, pedagogica, epistemologica e storica applicata alla chimica e alle scienze.

Come membri della Divisione Didattica della Società Chimica Italiana, abbiamo dunque concepito il progetto di questo testo, che raduna intorno a un metaforico tavolo molti ricercatori attivi negli ambiti sopra menzionati.

Il testo è articolato in tre sezioni complementari fra loro.

La prima sezione affronta aspetti generali della didattica (delle scienze): dalle concezioni dell'insegnamento e dell'apprendimento (discusse da Carlo Fiorentini), a questioni epistemologiche di base (proposte da Elena Ghibaudi e Giovanni Villani), dalle questioni relative alla trasposizione didattica (a cura di Elisabetta Nigris e Franco Passalacqua) alle problematiche della valutazione (discusse da Ira Vannini).

La trattazione di aspetti specifici della disciplina chimica che hanno particolare rilevanza didattica è oggetto della sezione centrale del testo. Giovanni e Vincenzo Villani ci propongono la chimica come espressione culturale e come forma di linguaggio. Elena Ghibaudi e Alberto Regis presentano un sunto critico delle riflessioni disponibili in letteratura sulla struttura logico-concettuale della chimica. Eleonora Aquilini e Antonio Testoni guidano il lettore nella comprensione del ruolo didattico della storia e dell'epistemologia disciplinari. La progettazione del curriculum verticale per la chimica è oggetto di due proposte, a cura di Eleonora Aquilini e Alberto Regis. Lucia Balduzzi e Margherita Venturi si soffermano sul

¹ L. Paoloni, *Nuova didattica della chimica, un progetto culturale per la scuola secondaria*, Bari, Bracciodieta ed., 1981 (seconda ed. a cura della Società Chimica Italiana, Roma, 2005), p. 4.

significato di didattica laboratoriale e sulla sua applicazione in campo chimico, aspetti che sono completati dalle proposte relative al ruolo del laboratorio (sperimentale e virtuale) come ambiente di apprendimento, a cura di Marina Gobbo, Laura Orian e Pier Cesare Rivoltella. La valutazione degli apprendimenti in chimica è oggetto del contributo di Paola Ambrogi. Infine, Luigi Campanella e Matteo Guidotti riflettono sui rapporti esistenti tra disciplina chimica e società, proponendo temi che dovrebbero rientrare a buon diritto nella didattica della disciplina.

L'ultima sezione del testo ha l'obiettivo di 'incarnare' le considerazioni teoriche presentate nelle prime due sezioni, in proposte di percorsi didattici inerenti concetti e problemi di natura chimica, pertinenti ai diversi gradi di formazione scolastica e universitaria.

Le soluzioni e l'evaporazione sono al centro del contributo di Carlo Fiorentini e Ugo Cosentino, per la scuola primaria e secondaria di primo grado. La trasposizione didattica dei concetti di equilibrio chimico e di stato gassoso per il biennio della scuola secondaria viene affrontata da Marco Ghirardi e Alberto Regis, e da Claudia Andreini e Antonio Testoni, rispettivamente. Per il triennio della scuola secondaria, Valentina Domenici e Sandro Jurinovich propongono la trattazione dei cristalli liquidi; Anna Maria Madaio esplora la chimica di una sostanza alimentare, il latte, mentre Teresa Cecchi guida il lettore attraverso un percorso che coniuga chimica e sostenibilità.

Infine, fra i percorsi per il livello universitario, Ugo Cosentino e Mariano Venanzi vanno a toccare il delicato tema dell'introduzione alla meccanica quantistica, argomento-ponte tra scuola secondaria e università; segue la testimonianza di un'esperienza di insegnamento universitario della didattica della chimica, a cura di Delia Chillura Martino e Antonella Maggio; Sergio Zappoli, Margherita Venturi, Erika Scavetta e Andreas Lesch chiudono il volume presentando due esempi di percorsi didattici innovativi in ambito universitario, relativi alla Chimica Analitica Strumentale e alla Laurea Magistrale in Didattica e Comunicazione delle Scienze Naturali dell'ateneo bolognese.

L'auspicio dei curatori è che questo testo possa essere di supporto per coloro che si fanno carico dei corsi universitari di didattica della chimica, sia entro i percorsi curriculari sia entro i percorsi di formazione insegnanti di recente istituzione, così come per coloro che li frequenteranno.

Un doveroso ringraziamento va alla Società Chimica Italiana per aver creduto in questo progetto, nato grazie all'impegno della propria Divisione di Didattica, e per averlo concretamente sostenuto.

I curatori dell'opera

Eleonora Aquilini, Elena Ghibaudi,
Margherita Venturi e Giovanni Villani

23 gennaio 2024

Sezione 1

Aspetti generali della didattica delle scienze

1 Riflessioni sulle principali concezioni di insegnamento/apprendimento

CARLO FIORENTINI

.....
Divisione Didattica della SCI, Presidente CIDI Firenze

Negli ultimi cento anni molti psicologi dell'educazione e pedagogisti hanno elaborato importanti contributi sul processo educativo, ma indubbiamente Piaget e Vygotskij costituiscono i punti di riferimento imprescindibili. Nel 1996, Bruner, in onore del centenario della nascita sia di Piaget che di Vygotskij, tenne una relazione dove sottolineava il grande debito nei confronti di *questi due giganti*: «Ci hanno lasciato un'eredità libera dal riduzionismo; un'eredità da conservare gelosamente [...] Il loro rispetto per la mente in crescita modificò lo studio dello sviluppo umano, addirittura il clima intellettuale dei nostri tempi» (Bruner, 1998, p. 21). Approfondimenti spesso sono avvenuti a partire dal pensiero piagetiano o vygotskiano, innanzitutto da parte di Bruner e successivamente, tra i tanti, da Doise e Mugny, da Karmiloff Smith, da una parte, e da Cole, Wertsch, Tomasello e dalla Pontecorvo, dall'altra. Non possiamo prendere in considerazione i molteplici contributi di Piaget, Vygotskij e Bruner, ma dobbiamo limitarci soltanto a quelli più rilevanti per le implicazioni sul piano educativo.

1. Il contributo fondamentale di Piaget

Piaget rimane, a nostro parere, ancora oggi uno dei più importanti punti di riferimento a livello pedagogico-didattico nonostante la debolezza di molte applicazioni didattiche che sono state effettuate del suo pensiero e nonostante i limiti attivistici presenti in alcuni suoi scritti pedagogici; i lumi provengono soprattutto dal Piaget che non si è occupato direttamente né di pedagogia né di didattica, derivano, cioè, dagli aspetti centrali della sua concezione dello sviluppo dell'intelligenza nel bambino.

Nella concezione piagetiana dello sviluppo svolgono un ruolo centrale i due costrutti di assimilazione e accomodamento a cui sono stati dedicati sicuramente

migliaia di articoli e libri; non vi è libro di didattica che non faccia loro riferimento; abbiamo tuttavia la sensazione che si tratti, da molto tempo, soltanto di un rituale senza implicazioni con le proposte didattiche successive. Noi pensiamo invece che questi costrutti piagetiani siano ancora oggi di grandissima rilevanza pedagogico-didattica: pongono al *centro del processo il soggetto dell'apprendimento*, non per un'esigenza estemporanea, seppur nobile, ma per motivazioni strutturali del processo stesso. Affermano che *vi è sempre una relazione stringente tra nuove acquisizioni e struttura cognitiva*: le nuove conoscenze sono, cioè, assimilate in relazione alla struttura cognitiva del soggetto, e la struttura cognitiva, a sua volta, è in continua evoluzione in funzione della assimilazione di aspetti nuovi della realtà. Le considerazioni precedenti forniscono una spiegazione soddisfacente del fatto inoppugnabile che lo sviluppo cognitivo è lento e graduale. L'organismo è infatti in grado di assimilare soltanto ciò che le assimilazioni precedenti lo hanno predisposto ad assimilare. Tra il vecchio e il nuovo non vi può essere uno scarto troppo grande. È qui particolarmente evidente la sintesi creativa operata da Piaget delle concezioni di movimenti psicologici opposti; Piaget riesce a fondere i contributi sia di chi sopravvaluta la funzione dell'esperienza (l'empirismo) sia di chi la sottovaluta (la psicologia della Gestalt) grazie ad una concezione di interazionismo radicale tra soggetto ed ambiente. Piaget riconosce agli empiristi il merito di aver sottolineato l'importanza dell'esperienza nello sviluppo dell'intelligenza. Ma «l'empirismo è anzitutto una certa concezione dell'esperienza e della sua azione. Per una parte esso tende a considerare l'esperienza come imponentesi per sé stessa, senza che il soggetto debba organizzarla, in altre parole come imprimentesi direttamente sull'organismo senza che sia necessaria al suo costituirsi una attività del soggetto» (Piaget, 1973, p. 411).

1.1. Il costrutto di azione-operazione

Un altro costrutto piagetiano, strettamente connesso a quello precedente, di grande rilevanza sul piano pedagogico è quello di azione-operazione.

Il conseguimento della conoscenza è un risultato dell'attività propria del soggetto (è utile ricordare qui, anche se non possiamo svilupparlo, che l'epistemologia genetica è l'unica che postula l'azione come origine di tutta la conoscenza, inclusa quella logico-matematica). Un soggetto intellettualmente attivo non è un individuo che "fa molte cose", né quello che manifesta un'attività osservabile. [...] In un sistema di riferimento piagetiano [...] gli stimoli non agiscono direttamente, bensì sono trasformati dai *sistemi di assimilazione del soggetto*: in questo atto di trasformazione il soggetto dà una *interpretazione dello stimolo* (in termini generali dell'oggetto); e solo in virtù di questa interpretazione che il modo di agire del soggetto diventa comprensibile (Ferreiro e Teberoskj, 1985, pp. 25, 23).