

# L'utilità di un approccio integrato nella didattica della chimica

**Valentina Domenici**

*Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa*

e-mail: [valentina.domenici@unipi.it](mailto:valentina.domenici@unipi.it)

---

**Abstract.** This is a brief report of my experiences as teacher of chemistry education and other chemistry-related subjects at the University of Pisa. The educational approach here described is an integrated teaching method where several active methodologies, such as the cooperative learning and project-based learning, are used together with the epistemological/historical approach in the frame of the STEAM teaching philosophy.

**Keywords:** didattica universitaria; metodologie di insegnamento; didattica della chimica

---

## 1. Introduzione

Questo contributo nasce dall'idea di condividere con la comunità dei docenti, che si occupano di insegnamento della Chimica in modo attivo, l'esperienza maturata negli ultimi dieci anni nel contesto universitario, in particolare in alcuni insegnamenti di Didattica della Chimica del corso di Laurea triennale in Chimica e in un insegnamento di Chimica Fisica del corso di Laurea triennale in Chimica per l'Industria e per l'Ambiente dell'Università di Pisa. Benché siano insegnamenti molto diversi per argomenti, target e obiettivi, dal punto di vista delle metodologie didattiche presentano alcuni elementi comuni che val la pena commentare.

Di seguito cercherò di descrivere la metodologia utilizzata in questi corsi, mettendo in evidenza come un approccio integrato possa essere migliore rispetto a metodologie singole per il raggiungimento degli obiettivi didattici e per un maggiore coinvolgimento e partecipazione degli studenti a tutte le attività.

Gli insegnamenti di Didattica della Chimica, che attualmente sono attivi e che sono inseriti come opzionali nel corso di Laurea triennale in Chimica [1] sono due: Fondamenti e Metodologie didattiche per l'insegnamento della Chimica,

consigliato al secondo anno, e Storia della Chimica ed Elementi di Didattica, consigliato al primo anno. Si tratta di due insegnamenti da 3 CFU che, a partire dall'anno accademico 2018-2019, sono stati inseriti nel percorso di formazione degli insegnanti cosiddetto PF24 (24 CFU).

Questi due insegnamenti sono stati per me un contesto ideale per la sperimentazione didattica e mi hanno permesso di provare modi diversi di insegnare la Chimica, adottando varie metodologie attive e testando ogni anno piccoli cambiamenti che, alla fine, hanno prodotto una struttura abbastanza definita, sia in termini di argomenti chiave da affrontare che di obiettivi didattici, ma soprattutto in termini di metodologie didattiche.

## **2. Fondamenti e Metodologie didattiche per l'insegnamento della Chimica**

Fondamenti e Metodologie didattiche per l'insegnamento della Chimica, che inizialmente si chiamava Didattica della Chimica, è il primo insegnamento a essere stato attivato nell'anno accademico 2013-2014. In questo insegnamento, nei primi anni di sperimentazione, avevo utilizzato principalmente il metodo del *cooperative learning* e della didattica laboratoriale, dedicando diverse lezioni al ruolo degli ambiti di apprendimento e dei contesti di insegnamento, al concetto di 'life-long learning' e alla didattica museale. In seguito, per poter far sperimentare alcune metodologie attive direttamente agli studenti, fin dall'inizio dell'insegnamento ho proposto agli studenti di costruire un progetto didattico preferibilmente in ambito museale, cercando di mettere in pratica subito gli argomenti toccati durante le lezioni e, in particolare, gli aspetti principali della progettazione didattica e delle metodologie didattiche, avendo dato agli studenti alcuni elementi introduttivi sulle teorie di apprendimento e di insegnamento che stanno alla base di queste metodologie.

La possibilità di progettare un'attività didattica e di metterla in pratica, o a scuola o nel museo, è stato un ulteriore aspetto che probabilmente ha motivato e interessato molto gli studenti che, come ho riportato in precedenti lavori [2-4], hanno sempre partecipato con grande interesse, dedicando molto tempo e cura alla preparazione dei progetti.

Questa metodologia è stata poi affinata anche grazie al progetto speciale per la didattica supportato dall'Ateneo di Pisa nel 2019, intitolato "*Realizzazione di progetti di didattica con approccio STEM in ambito museale*" [5, 6]. Nell'occasione, all'inizio delle lezioni gli studenti visitarono il Museo Galileo di Firenze (Figura 1) ed ebbero l'opportunità non solo di fare una visita guidata speciale, ma anche di interagire con il curatore delle attività educative, Andrea Gori, per conoscere gli aspetti fondamentali della progettazione delle attività didattiche del museo per le scuole.



**Figura 1.** Foto del gruppo di studenti che ha partecipato nel 2019 alla visita del Museo Galileo di Firenze durante l'incontro di Andrea Gori

Ogni anno la visita al museo rappresenta la prima fase di un'attività strutturata in nove fasi, che ho precedentemente descritto [2-4], che accompagna gli studenti verso la progettazione di attività didattiche ispirate dalla visita del museo e messe in pratica nella maggior parte dei casi entro la fine delle lezioni. Durante questa attività strutturata le metodologie principali sono il *'project-based learning'*, il *cooperative learning* informale, la didattica laboratoriale e l'approccio STEAM [2]. Dopo la visita al museo, durante le lezioni del corso, dedico una parte delle lezioni al progetto e ai suoi avanzamenti. Spesso, gli studenti, ispirati da un oggetto o da uno strumento presente nel museo, iniziano a focalizzare l'attenzione sui concetti chiave che possono essere collegati alla Chimica e concentrano su questi concetti la progettazione di una attività didattica. In questa fase si attivano molti 'canali': alcuni studenti attingono idee dalla loro esperienza non scolastica, altri invece sono in grado di analizzare criticamente la propria esperienza scolastica e partono da lì in un processo che mette in moto le diverse intelligenze dei ragazzi e li stimola a progettare le loro attività tenendo conto del target, degli obiettivi, delle preconcenze, del procedimento e dei metodi di insegnamento da utilizzare.

Un effetto dell'impostazione data ai primi incontri, e in particolare della visita guidata presso il museo, è la partecipazione degli studenti e il loro coinvolgimento nelle lezioni successive. Di fatto, anche nelle lezioni più teoriche, dove spiego i fondamenti di alcune metodologie, gli studenti sono molto attivi e partecipano con domande e discussioni a cui lascio generalmente molto spazio, proprio perché funzionali al raggiungimento di alcuni obiettivi dell'insegnamento come, ad esempio, la consapevolezza dei processi di apprendimento, la metacognizione e l'elaborazione critica dei contenuti.

Un aspetto interessante di questo approccio è legato alla relativa libertà che gli studenti hanno nella scelta delle attività didattiche e dei metodi da utilizzare. È capitato nel periodo della pandemia di COVID-19 che gli studenti proponessero di fare attività in modalità remota, utilizzando strumenti digitali anche molto innovativi, di cui evidentemente erano già a conoscenza prima delle limitazioni dovute al periodo. Ad esempio, un gruppo di studentesse (Figura 2) ha realizzato un portale dedicato ai 'giardini chimici' dove sono stati inseriti video prodotti da loro, giochi interattivi e quiz, in una veste grafica molto accattivante per i bambini [7].



**Figura 2.** Le studentesse (Michela Massa, Ilaria Fordyce, Nicole Vita e Chiara Scala) che hanno realizzato l'attività sui giardini chimici, qui presso il Museo di Storia Naturale di Rosignano insieme alla sottoscritta durante un laboratorio organizzato per i bambini nel 2020

Diverse classi delle scuole hanno partecipato ad attività in remoto sui giardini chimici interamente gestite e organizzate da queste studentesse, che hanno

dimostrato una grande capacità di adattamento, oggi si direbbe di resilienza, e di saper utilizzare in modo eccellente gli strumenti digitali. Tutto il materiale da loro prodotto è stato inserito anche all'interno delle attività della Notte dei Ricercatori e delle Ricercatrici del Dipartimento di Chimica nel 2020 [8].

Infine, vorrei evidenziare uno degli effetti che l'insegnamento ha avuto a lungo termine, oltre l'esito dell'esame finale. Ad oggi l'hanno seguito durante la loro formazione triennale, sostenendo l'esame finale, circa 175 studenti, conseguendo voti mediamente più alti della media degli esami dati. Tra questi studenti, per quanto sono a conoscenza, almeno una quindicina hanno scelto di proseguire la loro formazione come insegnanti e sono attualmente insegnanti presso scuole secondarie di I o di II grado. Altri studenti, almeno una ventina, pur facendo attività diverse, hanno intrapreso attività come animatori museali, animatori in centri culturali o educatori. Degli altri continuo ad avere spesso notizie; qualcuno mi scrive che ciò che abbiamo visto insieme durante l'insegnamento gli è servito in contesti magari lontani da quello scolastico. Alcuni studenti partecipano alle attività didattiche che organizzo ogni anno nelle scuole e nei musei, anche tre o quattro anni dopo aver dato l'esame. Questo mi fa pensare che esperienze di questo tipo, sicuramente non attuabili in altri insegnamenti, sono un elemento importante della formazione di questi ragazzi, al di là di ciò che andranno poi a fare una volta laureati in Chimica.

### **3. Storia della Chimica ed Elementi di Didattica**

L'insegnamento Storia della Chimica ed Elementi di Didattica del corso di Laurea triennale in Chimica, di cui ho riportato alcuni tratti distintivi e alcuni risultati ottenuti con gli studenti in precedenti lavori [9, 10], è iniziato nell'anno accademico 2017-2018 ed è stato inserito nel secondo semestre del primo anno della laurea triennale, ovvero dopo che gli studenti hanno seguito Chimica generale ed inorganica nel primo semestre. Il numero di studenti che lo frequentano è maggiore rispetto al precedente, tanto che ad oggi hanno sostenuto l'esame circa 180 studenti. Tra gli argomenti affrontati, i cui dettagli sono stati riportati in un precedente articolo [9], figurano: il rapporto tra Chimica e Alchimia, l'evoluzione storica ed epistemologica dei concetti di atomo, molecola ed elemento chimico, la nascita della Chimica moderna, la teoria atomico-molecolare, l'evoluzione del linguaggio e delle rappresentazioni nella storia della Chimica, i contributi alla scoperta della legge periodica degli elementi e l'evoluzione della Tavola Periodica, alcuni aspetti distintivi della Chimica nel XX secolo, in rapporto con l'industria chimica, la società e le altre scienze. Alcuni aspetti didattici legati all'utilizzo della storia per insegnare la Chimica a livello di scuola secondaria di secondo grado sono inseriti durante gli incontri e generalmente sono associati alla presentazio-

ne di percorsi didattici dove prevale l'approccio storico/epistemologico. Le lezioni prevedono la partecipazione e l'interazione degli studenti, attraverso lavori cooperativi su alcune fonti originali, discussioni collettive su materiale fornito agli studenti precedentemente e attività, prevalentemente di autovalutazione, sulla piattaforma *moodle*. Anche per questo insegnamento, ogni anno ho cercato di apportare piccoli cambiamenti finalizzati ad aumentare la partecipazione e l'interazione con gli studenti per favorire un apprendimento più significativo. Le lezioni frontali non rappresentano più del 40% complessivo, mentre le metodologie da me utilizzate durante gli incontri sono prevalentemente il *brainstorming*, le mappe concettuali, il *cooperative learning* e la *flipped classroom*, oltre all'approccio storico/epistemologico che fa un po' da sfondo all'intero insegnamento.

L'utilizzo della *flipped classroom* (o classe capovolta), che consiste nel fornire materiale da leggere prima della lezione e far preparare agli studenti delle brevi presentazioni, o impostare la lezione come una discussione collettiva sul materiale letto precedentemente dagli studenti, è, secondo me, particolarmente adatto a questo insegnamento. Il materiale che fornisco, infatti, è alla portata dei ragazzi, quasi sempre in italiano e scritto con un taglio divulgativo. I testi, come l'articolo che racconta la storia di Marie-Anne Pierrette Paulze, donna di grande cultura, nota per lo più come la moglie di Antoine Lavoisier [11], servono anche a interessare e incuriosire gli studenti, a stimolare riflessioni come la figura delle donne nella storia della scienza. La *flipped classroom* è anche un modo per far partecipare tutti gli studenti durante le lezioni e ha come ulteriore effetto quello di far sì che gli studenti seguano con maggiore continuità il corso.

Per quanto riguarda il *cooperative learning*, utilizzo questo metodo per un'attività sul libro di testo di Eric Scerri intitolato 'Un racconto di sette elementi' [12]. Quando, durante le lezioni viene affrontato il quadro conoscitivo della metà del XIX secolo, dopo il congresso di Karlsruhe e la figura di Stanislao Cannizzaro, presento questo testo per parlare della scoperta della legge periodica degli elementi. Gli studenti divisi in gruppi devono preparare una relazione o in generale un prodotto (un video, una rappresentazione, una presentazione) sulla scoperta di un elemento chimico, prendendo spunto dal libro [12]. Generalmente, dedichiamo l'ultimo incontro alla presentazione dei lavori prodotti dai vari gruppi, come è successo nel 2022, quando le lezioni erano in modalità mista e gli studenti hanno avuto la possibilità di presentare i loro lavori alla presenza dell'autore che era collegato da remoto (Figura 3).

Queste lezioni sono apprezzate dagli studenti e la qualità dei loro lavori è sempre molto buona. In alcuni casi gli studenti sono riusciti a trovare materiale originale, come fotografie e altri documenti, o ad arricchire la narrazione storica con aspetti creativi, come nel caso di un video autoprodotta dagli stu-

denti sulla scoperta del Renio, che è risultato vincitore di un concorso nazionale indetto da ConChimica nel 2020 [13].

Negli ultimi due anni, ho introdotto anche una attività facoltativa, fuori dall'orario del corso, legata agli strumenti scientifici storici presenti nella collezione del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, che è stata oggetto di un lavoro in stampa [10]. In questo caso, sfruttando le metodologie tipiche del contesto museale, gli studenti hanno apprezzato le potenzialità didattiche degli strumenti storici e hanno maturato un atteggiamento diverso nei confronti della collezione presente in Dipartimento.



**Figura 3.** Un'immagine tratta da un fotogramma dell'incontro degli studenti dell'insegnamento di Storia della Chimica ed elementi di didattica con Eric Scerri, il 10 giugno 2022, a conclusione dell'attività sul libro 'Un racconto di sette elementi' [12]

Per concludere, anche per questo insegnamento, l'utilizzo di un approccio integrato che vede l'utilizzo di più metodologie ha permesso di avere una maggiore partecipazione dei ragazzi che sono molto interessati agli aspetti storici, filosofici ed etici della Chimica che emergono da alcune vicende che normalmente non vengono trattate a scuola, ma che hanno invece dei notevoli risvolti didattici.

#### 4. Chimica Fisica e Laboratorio

Infine, vorrei dedicare alcune considerazioni all'insegnamento di Chimica Fisica e Laboratorio, che è obbligatorio al secondo anno della Laurea triennale in Chimica per l'Industria e per l'Ambiente e che è di 6 CFU di cui 3 sono di laboratorio, concentrate nel secondo semestre. Gli argomenti riguardano la spettroscopia, dai fondamenti quantomeccanici alle applicazioni delle principali spettroscopie molecolari: spettroscopia di assorbimento UV-visibile, spettroscopia di fluorescenza, spettroscopia infrarossa e spettroscopia di risonanza magnetica nucleare. Il programma è quindi molto denso di argomenti e concetti, con alcune parti piuttosto complesse sia dal punto di vista concettuale, che della trattazione che deve necessariamente utilizzare un linguaggio matematico avanzato. Per questo insegnamento, ho scelto tuttavia di limitare la trattazione matematica ad alcuni 'casi di studio', legati alla chimica quantistica, funzionali alla comprensione dei principi delle diverse spettroscopie, lasciando uno spazio significativo alla storia delle scoperte legate alle proprietà della luce, alla nascita della spettroscopia e agli esperimenti più rilevanti che hanno confermato la meccanica quantistica. L'approccio storico ha una funzione importante per far comprendere agli studenti l'evoluzione delle idee dalla metà del XIX secolo ai primi trent'anni del XX secolo, il ruolo degli esperimenti e dell'avanzamento delle tecniche, l'evoluzione degli strumenti che, nel caso della spettroscopia, si intreccia all'evoluzione della scienza chimica nel XX secolo. Tuttavia, l'approccio storico non sarebbe così efficace se non fosse affiancato alla didattica laboratoriale e a lezioni più interattive, dove, ad esempio, osserviamo da vicino uno strumento storico, come uno spettroscopio di Kirchhoff-Bunsen o un reticolo di Rowland, e riproduciamo un esperimento storico, tipo quello delle fenditure di Young o quello sulla diffrazione di Fraunhofer.

Alcune di queste esperienze sono state rese possibili grazie a un altro progetto speciale di didattica finanziato dall'Ateneo di Pisa: *'Spettroscopi storici versus spettroscopi home-made'* finanziato nel 2020 [14].

Le esperienze laboratoriali dell'insegnamento includono una parte dedicata ai principi della luce e agli elementi ottici che sono così fondamentali negli strumenti spettroscopici. Un'attività molto apprezzata dagli studenti, ad esempio, è quella con un monocromatore storico, degli anni '60 del secolo scorso, che ha un grosso potenziale didattico per come è stato concepito e che gli studenti utilizzano interfacciandolo con i loro smartphone (Figura 4) [15].





**Figura 4.** Due studenti durante una delle attività laboratoriali dell'insegnamento di Chimica fisica e laboratorio in cui stanno utilizzando il proprio smartphone per analizzare la luce attraverso il monocromatore storico

Anche in questo insegnamento, quindi, nonostante l'effettiva complessità dei concetti e l'uso di una matematica avanzata come strumento necessario a comprenderne a fondo i concetti, un approccio integrato, da un lato con l'approccio storico/epistemologico e dall'altro con una didattica laboratoriale STEM, risulta più efficace e più coinvolgente per gli studenti che si avvicinano per la prima volta alla spettroscopia.

## Riferimenti

- [1] Sito dell'Università di Pisa con il Piano di Studio del Corso di Laurea in Chimica del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale (L-27 SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE), <https://www.unipi.it/index.php/lauree/regolamento/10295>.
- [2] V. Domenici, STEAM project-based learning activities at the Science Museum as an effective training for future Chemistry teachers, *Education Sciences*, 2022, **12**(1), 30 (<https://doi.org/10.3390/educsci12010030>).
- [3] V. Domenici, I musei scientifici come luogo privilegiato per la progettazione e la realizzazione di attività educative STE(A)M, in *La chimica nei musei. Creatività e conoscenza* (a cura di V. Domenici e L. Campanella), Pisa University Press, Pisa, 2020.
- [4] V. Domenici, Progettazione di attività didattiche STEAM in ambito museale durante i due anni di pandemia Covid-19, *CnS*, 2022, **2**, 38-40.
- [5] V. Domenici, Training of future Chemistry teachers by a historical/STEAM approach starting from the visit to an historical Science Museum, *Substantia*, 2023, **27**, 23-34 (<https://doi.org/10.36253/Substantia-1755>).
- [6] Pagina web del progetto speciale di didattica: <https://smslab.dcci.unipi.it/progetti-stem.html>
- [7] I. Fordyce, M. Massa, C. Scala, N. Vita, I "Giardini Chimici" al Bright 2020: la divulgazione scientifica ai tempi della DAD, *CnS*, 2021, **4**, 38-44.
- [8] Risorsa on-line sui giardini chimici: <https://bright.dcci.unipi.it/bright-2020/giardini-chimici.html>
- [9] V. Domenici, A course of history of chemistry and chemical education completely delivered in distance education mode during epidemic covid-19, *J. Chem. Educ.*, 2020, **97**(9), 2905-2908.
- [10] V. Domenici, Strumenti storici scientifici e insegnamento della chimica: i risultati di una attività svolta dagli studenti universitari del corso di laurea in Chimica dell'Università di Pisa, Rendiconti dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, in stampa.
- [11] P. Cardillo, Un po' di gossip: Marie-Anne Pierrette Paulze: una donna e due geni per mariti, *La Chimica e l'Industria*, 2010, **3**, 92-98.
- [12] E. Scerri, *A tale of seven elements*, Oxford University Press, London, 2013.
- [13] Pagina web sulla premiazione degli studenti per il loro video sulla scoperta del Renio: <https://www.dcci.unipi.it/743-chemistry-talent-2020.html>
- [14] Pagina del progetto speciale di didattica: <https://smslab.dcci.unipi.it/versus-spettroscopi.html>
- [15] V. Domenici, Alcune attività didattiche sulle proprietà della luce visibile propedeutiche alla spettroscopia: l'esperienza di un corso universitario di Chimica fisica e laboratorio, in *Immagini e strumenti digitali nella didattica delle scienze* (a cura di V. Domenici e S. Giudici), Pisa University Press, Pisa, 2023.