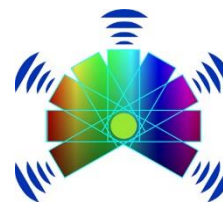




**Dipartimento di Chimica
Università di Torino**



Società Chimica Italiana
*Divisione di Didattica
Chimica*



Piano Nazionale
Lauree Scientifiche

**SCUOLA ESTIVA DI RICERCA EDUCATIVA
E DIDATTICA DELLA CHIMICA
“ULDERICO SEGRE”
IX edizione 12-15 luglio 2017
TORINO**

Aspetti storico-epistemologici nella didattica della chimica

Riassunti

A Tale of Seven Scientists and A New Philosophy of Science

ERIC SCERRI

Department of Chemistry & Biochemistry, UCLA, Los Angeles

The teaching of chemistry can benefit enormously from the history and philosophy of science. However, chemistry textbooks do a poor job of presenting the scientific method in a modern fashion. In nearly all cases the scientific method is described in a manner that is essentially the logical positivist account in which observations take an exaggerated and central role. These descriptions have not benefitted from any of the work that has been carried out in the post-positivist critique by the likes of Popper, Kuhn and others.

I will present a completely new and original account of the nature of scientific progress. It consists of a holistic and unified approach in which science is seen as a living and evolving single organism. Instead of scientific revolutions featuring exceptionally gifted individuals, I will argue that the "little people" contribute as much as the "heroes" of science. To do this I will examine seven case studies of virtually unknown chemists and physicists in the early 20th century quest to discover the structure of the atom. They include the amateur scientist Anton van den Broek who pioneered the notion of atomic number as well as Edmund Stoner a then physics graduate student who provided the seed for Pauli's Exclusion Principle. Another case is the physicist John Nicholson who is virtually unknown and yet was the first to propose the notion of quantization of angular momentum that was soon put to good use by Niels Bohr. Instead of focusing on the logic and rationality of science, I elevate the role of trial and error and multiple discovery and move beyond the notion of scientific developments being right or wrong. While criticizing Thomas Kuhn's notion of scientific revolutions I agree with Kuhn that science is not drawn towards an external truth but is rather driven from within. I hope to enliven the long-standing debate on the nature of science, which has increasingly shied away from the big question of "what is science?"

L'approccio storico-epistemologico in didattica: premesse e conseguenze

GIOVANNI VILLANI
DD-SCI e ICCOM-CNR Pisa

Una corretta e coerente didattica delle scienze, e della Chimica in questo caso, è “composta” da molti elementi. Qui ci occuperemo di due elementi fondamentali: la storia e la filosofia della disciplina scientifica in esame, elementi che dovrebbero essere validamente usati nella didattica a tutti i livelli, dalla scuola di base all'università. Qui, fonderemo insieme questi due ambiti in un solo ambito storico-epistemologico.

In molti libri di testo scolastici si possono trovare rapidi cenni ad alcuni aspetti storici disciplinari. Alcuni di essi si avventurano anche in qualche fugace cenno alla filosofia della scienza (argomento generalmente riservato alle prime pagine del libro). Pochi libri di testo, tuttavia, si preoccupano che gli aspetti storici-epistemologici abbiano una coerenza interna e si rapportino alle altre parti del corso: spesso, anche da un punto di vista grafico, sono dei “medaglioni” staccati dal resto, un qualcosa in più che si può leggere o meno, un approfondimento nella migliore delle ipotesi.

Io credo, invece, che un'innovativa didattica delle discipline scientifiche non possa prescindere da un approccio storico-epistemologico. Va, tuttavia, messo in evidenza che la scelta di una didattica impostata secondo un approccio storico-epistemologico implica una certa idea della scienza e di come trasmetterla ed ha una serie di conseguenze didattiche. È sul principale di questi aspetti nascosti della “natura” della scienza, su questa premessa, che vogliamo richiamare l'attenzione.

In ambito scientifico - sia di ricerca sia di analisi concettuale sia, infine, di didattica - molto spesso la scienza viene vista secondo quello che in ambito epistemologico viene chiamato “realismo ingenuo”. Detto con uno spot pubblicitario: la scienza scopre non inventa le verità. Una recente citazione del microbiologo M. D. Gershon nel suo libro *Il secondo cervello* (Utet, 2006) chiarisce bene la problematica: “La Natura è la Natura. Non sono gli scienziati a produrre o inventare i principi, essi semplicemente li scoprono. Pertanto, si tratta di una professione tediosa. La scienza non è creativa come, per esempio, l'arte. Un artista produce un'opera, uno scienziato osserva semplicemente i fatti e li comunica. [...] La natura laboriosa della loro professione spesso è, per gli scienziati, causa di dolore”. Le sottolineature nel testo della citazione sono mie e non sono presenti nell'originale, ma servono a evidenziare che se ci mettiamo in quest'ottica, se la scienza “scopre non inventa”, essa diviene di conseguenza “tediosa”, “non è creativa”, “causa di dolore” allo scienziato che ci lavora. Se questa è la realtà della scienza, o meglio, se questa fosse realmente la realtà della scienza, la domanda di didattica: come interessare gli studenti? resterebbe senza risposta. Se persino lo scienziato si “annoia” nel lavorare con la scienza, ne prova “dolore”, come può uno studente trovarla interessante? Inoltre, in questa ottica ha poco o nessun senso parlare della storia della scienza. Se la verità è nei fatti, per capire

tale verità a che serve sapere che è stata “trovata” dal signore x o y? A che giova il sapere che questa “scoperta” è stata fatta nel 1850 o l'altro ieri?

In realtà, io credo che ci sia un profondo errore concettuale/filosofico in questa posizione “ingenuamente realista” degli scienziati e di tanta parte della pubblica opinione colta (e, purtroppo, anche di molti docenti). La scienza è nata e si configura ancora oggi come una risposta a delle esigenze pratico/concettuale dell'uomo. Per le esigenze pratiche, la scienza e la sua applicazione tecnologica hanno dato “risposte” che hanno cambiato in maniera sostanziale il mondo. Non è, tuttavia, solamente l'aspetto pratico della scienza a essere legato alle domande della società. Chi studia la storia della scienza (ma anche noi tutti che siamo degli “utilizzatori”) sa bene che la Termodinamica è nata nell'Ottocento a seguito dell'industrializzazione dell'Inghilterra e la Termochimica quando essa è stata applicata in Germania all'industria chimica in pieno sviluppo. Se la scienza è, quindi, una “risposta” a delle domande pratiche/concettuali della società si capisce che il binomio scoperta/invenzione non descrive bene la nascita e l'affermarsi di un'idea scientifica. Io credo che una “verità” scientifica si possa configurare come “un'invenzione vincolata”. Essa è un'invenzione di uno scienziato, spesso globalmente di una comunità di scienziati, “vincolata” dal fatto che deve essere una risposta ad un problema, deve “chiarire” qualcosa.

In quest'ottica si vedono bene l'utilità della storia e della filosofia di ogni disciplina scientifica. Non è possibile, infatti, capire la “risposta” se non è esplicitata la “domanda”, se non si ricostruisce il contesto storico in cui quella “risposta” è stata data. D'altra parte, ogni risposta si inserisce in un contesto di idee prevalenti in quel momento storico, in una “filosofia” imperante. Questo si vede bene, per esempio, con le idee del Positivismo che hanno sviluppato certi ambiti scientifici e ne hanno ostacolato altri.

In conclusione, una coerente didattica della scienza dovrebbe ricostruire le condizioni pratiche e concettuali in cui una specifica “invenzione vincolata” scientifica è venuta fuori, rendendo la stessa scienza un'impresa “entusiasmante”, altro che “tediosa”, sia per chi ci lavora sia per chi è chiamato a insegnarla e/o a studiarla.

Uno sguardo storico-critico sulla storia recente della chimica e possibili contributi all'educazione scientifica

LUIGI CERRUTI

Dip. Chimica, Università di Torino

La storia della chimica degli ultimi decenni ha messo in luce un processo di grande rilevanza – quasi una mutazione. Si tratta della formazione di nuove aree di ricerca a cui contribuiscono *au pair* varie discipline, ciascuna delle quali ha un 'nocciolo duro', identitario, di pratiche e di finalità (chimica, fisica, biologia, informatica, ingegneria, medicina, ...). Prese nel loro complesso queste aree stanno cambiando notevolmente il volto della chimica e il ruolo dei chimici, ma prima di entrare nel merito di questi luoghi di incontro interdisciplinari è opportuno analizzare alcuni aspetti dell'impresa scientifica che non sempre sono presi in considerazione:

- Lo *sviluppo della scienza* avviene sia per l'azione di forze endogene alla scienza stessa (ad es. irruzione dell'informatica, pressioni riduzionistiche), sia sotto le spinte provenienti dalla società nel suo complesso (grandi potenze di calcolo, internet), sia ancora per l'apporto di un settore 'misto' fra scienza e industria (strumentazioni fisiche e chimico-fisiche).
- È la *diversità delle strutture epistemiche* che caratterizza le discipline scientifiche. Si devono prendere in considerazione non solo la diversa natura del patrimonio teorico delle discipline, ma anche (almeno) le intenzioni conoscitive, i rapporti fra teorie ed esperimenti, le aree tematiche. Non ultima, va richiamata la (auto)consapevolezza filosofica (estrema nel campo dell'intelligenza artificiale).
- I *valori della scienza* sono molteplici e differenziati. Il valore utilitaristico è sempre presente, ma in due versioni contrastanti: in riferimento all'agibilità del mondo e in relazione al dominio sulla natura. Qui parleremo anche di valore etico (nell'ambito dell'etica della conoscenza), e dei valori cognitivo e metacognitivo.

La parte storico-critica della lezione considera alcuni luoghi e tempi di incontro fra la chimica e le altre discipline. Vi è posto per alcune 'istantanee' che riguardano situazioni di svolta nei rapporti fra le discipline tradizionali:

- Protezione dell'ambiente: i modelli 'sperimentali' dell'eco-tossicologia, i modelli 'teorici' della QSAR (relazione quantitativa struttura-attività).
- Superconduttività: la fisica 'scopre' la chimica
- Nanotecnologie: la chimica 'scopre' la fisica
- Genetica molecolare: doppia elica (un modello strutturale), decifrazione del codice genetico (i biochimici all'opera), progetto genoma (un'impresa collettiva).

Le situazioni tratteggiate nelle 'istantanee' storico-critiche possono essere riconsiderate dal punto di vista dei valori della scienza, ed è qui che si possono cogliere dei suggerimenti per possibili contributi all'educazione scientifica. Nelle situazioni di incontro interdisciplinare abbiamo cercato di mettere in evidenza i seguenti valori:

- ✓ Nominalmente il *valore utilitaristico* della scienza è il meno controverso. Tutti concordano sul 'fatto' che la scienza sia utile alla società, tuttavia è ben diverso utilizzare la conoscenza scientifica per un improbabile dominio sul mondo o pensare che la scienza debba rendere il mondo più agibile. Il richiamo implicito al cosiddetto 'permesso di agibilità' per gli edifici è voluto, per mettere in primo piano la concezione del *mondo come dimora*, un mondo in cui sia confortevole e consapevole il vivere.
- ✓ Il *valore etico* della scienza emerge con chiarezza se si colloca l'epistemologia della scienza nell'ambito dell'etica della conoscenza. Qui si possono confrontare due atteggiamenti: quello normativo, gerarchico e obliterante della realtà, che afferma che vi è un solo metodo scientifico, e quello storico-critico che constata l'esistenza di un *pluralismo epistemologico* nelle diverse discipline scientifiche. Il pluralismo epistemologico è un valore di natura meta-epistemica, che diventa etico proprio nell'ambito conoscitivo: si tratta da una parte di rispettare le opinioni/conoscenze altrui (i 'contenuti' delle scienze), e dall'altra di rispettare le diverse modalità di formazione/acquisizione delle conoscenze (i 'metodi' delle scienze). Etico è il baluardo che il pluralismo epistemologico oppone contro il pensiero unico.
- ✓ Il *valore cognitivo* della scienza riguarda tre particolari caratteristiche che devono (o dovrebbero) essere possedute da chi si impegna nella ricerca scientifica: curiosità, competenza e creatività, mentre il *valore metacognitivo* della scienza si può intendere come bellezza gioia e potenza della conoscenza.

L'analisi storico-critica della scienza può portare diversi contributi all'educazione scientifica, in particolare quando all'interno della didattica disciplinare si fanno emergere i valori insiti nella scienza (intesa nella triplice valenza di pratica di ricerca, di sistema conoscenze, e di punto di vista sul mondo - uno dei possibili e coesistenti punti di vista). Utilizzando il condizionale (obbligatorio per la varietà delle situazioni educative) l'introduzione di una analisi storico-critica in alcuni punti del piano dell'offerta formativa potrebbe favorire negli studenti la maturazione di una *consapevolezza* più ricca, di sé e del mondo.

Un'ultima parola sulla questione delicata dei 'valori'. Quelli qui segnalati derivano da un punto di vista filosofico/etico che, pur essendo particolare, prende in considerazione non soltanto i propri valori ma anche quelli 'altrui'. Ogni docente ha il suo sistema di valori, e se vorrà esporsi farà la propria scelta personale.

Per leggere una serie di saggi sui temi qui trattati si può andare all'URL:

<http://www.minerva.unito.it/Rubriche/EpistemologiaEtica.htm>

Tra gli autori compaiono, oltre a chi scrive, Marc Bloch, Vincenzo Balzani, Pietro Greco, Giorgio Nebbia, Felicity Haynes. Una sezione è dedicata a Dietrich Bonhoeffer.

La composizione e la conservazione della materia in Lavoisier: una prospettiva didattica

E.AQUILINI, A.TESTONI

La presentazione di E. Aquilini e A. Testoni è l'esemplificazione didattica di quanto proposto nel capitolo: *“La nascita della chimica moderna: il contributo di Lavoisier”*, in *Leggere il mondo oltre le apparenze. Per una didattica dei concetti fondamentali della chimica*.¹

La proposta è rivolta ad alunni del biennio della scuola secondaria di secondo grado ed ha lo scopo di mostrare come siano stati risolti alcuni problemi di tipo scientifico. In particolare verranno affrontati due nuclei concettuali fondanti per la chimica, quello della distinzione fra sostanze semplici/sostanze composte e quello della conservazione del peso, ponendo l'accento sulle considerazioni che hanno portato Lavoisier a queste scoperte fondamentali.

Ci si propone di sviluppare negli allievi le seguenti competenze:

- Essere capaci di riferire le teorie in gioco per la spiegazione del fenomeno della combustione.
- Individuare i punti problematici nelle teorie che spiegavano la combustione prima di Lavoisier.
- Cogliere i punti innovativi, le discontinuità nella teoria esplicativa di Lavoisier.
- Comprendere il ruolo dell'ipotesi e della verifica nel lavoro scientifico.
- Rendersi conto della complessità della risoluzione dei problemi.

Modalità di lavoro proposte:

Il lavoro viene condotto utilizzando il laboratorio di chimica con lo scopo di eseguire esperienze che pongono interrogativi. I problemi sollevati, hanno avuto bisogno di secoli di storia e di evoluzione del pensiero per trovare una soluzione ed è assurdo pensare che gli alunni siano in grado di risolverli per “scoperta”, indotta dall'insegnante. Si contestualizza allora il problema nel tempo storico in cui ha trovato soluzione, evidenziando le correnti di pensiero dominanti, la spiegazione che veniva data in base ad esse. Successivamente si fa notare come le ipotesi, che poi si scoprirà essere quelle vincenti perché verificate successivamente, siano nate andando al di là del senso comune, del modo di pensare dell'epoca. Modo di pensare che, comunque, è stato fondamentale per definire quel contesto problematico (teorico e sperimentale) che ha permesso poi la nascita di una nuova visione dei fenomeni considerati.

Anche se sarà inevitabile in certe fasi la lezione frontale, questa sarà prevalentemente

¹ C. Fiorentini, E. Aquilini, D. Colombi, A. Testoni, *“Leggere il mondo oltre le apparenze. Per una didattica dei concetti fondamentali della chimica”*, Roma, Armando, 2007.

partecipata con discussione ed interventi degli studenti.

Lavori di gruppo: La composizione dell'acqua
La scoperta dell'ossigeno

Esempi di sequenze didattiche secondo un approccio storico-epistemologico

ALBERTO REGIS, MARCO GHIRARDI

Gruppo SENDS (Storia ed Epistemologia per una Nuova Didattica delle Scienze), Torino

L'introduzione della storia delle scienze nell'insegnamento delle discipline scientifiche è considerata da tempo come un mezzo per restare fedeli al processo di costruzione del sapere scientifico e dunque per facilitare l'ingresso progressivo degli allievi in una disciplina [1], [2]. Alcuni ricercatori sostengono l'idea che conviene richiamarsi allo sviluppo storico soltanto dopo avere insegnato i concetti e i modelli in questione in base alle conoscenze attuali [3], [4]. Altri studiosi [5], [6], [7], [8], [9] propongono trasposizioni didattiche nelle quali lo sviluppo storico è integrato fin dall'inizio nella costruzione del sapere da parte dell'allievo: è questa l'opzione adottata nelle sequenze di insegnamento/apprendimento proposte. La scelta di impostare una sequenza sull'evoluzione storica del sapere chimico permette di porre gli studenti di fronte a problemi e interrogativi indispensabili per la costruzione e l'acquisizione dei concetti. Gli studenti vivono in prima persona l'evoluzione dei modelli e questo permette loro di acquisire progressivamente la consapevolezza che il sapere scientifico non è una verità intangibile che emerge dai fatti percettivi, ma che è frutto di processi intellettuali fatti di problemi, interrogativi, indagini e risposte che evolvono e si arricchiscono nel tempo.

L'evoluzione storica del sapere chimico nella prima metà del XIX secolo può essere oggetto di trasposizione didattica, dando origine a una sequenza di insegnamento/apprendimento fondata su una serie di situazioni-problema che rispecchiano i nodi concettuali affrontati dagli scienziati del tempo e che permettono di problematizzare e storicizzare l'insegnamento/apprendimento della chimica e quindi di dare un senso al sapere chimico.

Punto di partenza per i chimici del XIX secolo fu il modello dell'atomo indivisibile proposto da Dalton, che venne successivamente messo in discussione dai risultati delle interazioni tra gas ottenuti da Gay-Lussac: i dati sperimentali erano inconciliabili con l'indivisibilità degli atomi. Questo ostacolo fu rimosso da Avogadro grazie alla formulazione di due ipotesi: una relativa alla proporzionalità fra volume di gas e numero di molecole; l'altra relativa alla possibilità che una molecola di una sostanza semplice gassosa (da lui chiamata molecola costituente) potesse essere costituita da due o più particelle che egli chiamava molecole elementari.

In gioco è la consapevolezza che si comprende una situazione empirica quando si è in grado di interpretarla e rappresentarla con un modello; la comprensione profonda degli aspetti macroscopici della materia passa necessariamente attraverso la loro interpretazione e rappresentazione mediante modelli adeguati. È il dualismo "macroscopico/microscopico", "percepibile/modellizzabile", "concreto/astratto" che costituisce la specificità della chimica; però, la spiegazione del percepibile ricorrendo a un mondo di entità invisibili è fonte di difficoltà per il suo apprendimento e insegnamento.

Viene dunque proposta una sequenza d'insegnamento-apprendimento sui seguenti contenuti: - la trasformazione chimica e la sua rappresentazione mediante la reazione chimica; - le nozioni di atomo e molecola come entità chimiche necessarie per comprendere le trasformazioni chimiche; - i primi approcci agli aspetti quantitativi della chimica.

Questo approccio troverà continuazione nel pomeriggio, con la costituzione di due gruppi di lavoro nei quali i partecipanti avranno l'opportunità di discutere dei diversi aspetti inerenti la prassi della trasposizione didattica in ambito scientifico e, in particolare, della sua dimensione storico-epistemologica. Un gruppo avrà come argomento ***La costruzione dei concetti di acido e di base***, l'altro ***La Tavola Periodica degli Elementi***.

Si consiglia di fare riferimento ai seguenti articoli (open access)

- Ghibaudi, E., Regis, A., Roletto, E., (2016) Didattica della chimica e trasposizione didattica Parte prima – I fondamenti teorici di una prassi. *Perspectives in Science* doi:10.1016/j.pisc.2016.03.010
- Ghibaudi, E., Regis, A., Roletto, E., (2016) Didattica della chimica e trasposizione didattica Parte seconda – Un approccio didattico alla costruzione del concetto di trasformazione chimica. *Perspectives in Science* doi:10.1016/j.pisc.2016.04.105

[1] R. Justi, J. Gilbert, *Int. J. Sci. Educ.*, 2000, **22**, 993.

[2] I. Galili I., History of Physics as a Tool for Teaching. In: *Connecting Research in Physics Education with Teachers Education*. M. Vicentini, E. Sassi (Eds.) ICPE 2008.

[3] G. B. Kaufmann, *Interchange*, 1989, **20**, 81.

[4] J. Lühl J., *Science & Education*, 1992, **1**, 193.

[5] H. Merle, *Didaskalia*, 2002, **20**, 115.

[6] M. Guedj, *Didaskalia*, 2005, **26**, 75.

[7] D. Brehelin, M. Guedj, *Didaskalia*, 2007, **31**, 129.

[8] C. de Hosson, W. Kaminski, *Didaskalia*, 2006, **28**, 101.

[9] C. de Hosson, W. Kaminski, *Int. J. Sci. Educ.*, 2007, **29**, 617.

Il concetto di sistema nella didattica delle scienze: l'esempio della "scoperta" della struttura del DNA.

TERESA CELESTINO

Un sistema può essere definito come un'entità composta di più parti interconnesse e interdipendenti, organizzate in modo da lavorare insieme per compiere determinate funzioni. Un sistema dinamico aperto può ricevere dall'ambiente materia/energia/informazione che costituisce il suo "input", il quale è rielaborato producendo un "output" in uscita come risultato. Tutto questo avviene in un rapporto ciclico di retroazione (o "feedback") che permette di "adattare" il sistema all'ambiente [1].

Il concetto di sistema è estremamente versatile nella pratica didattica, in quanto può essere utilizzato sia per una grande varietà di argomenti di "contenuto" dell'ambito tecnico-scientifico sia per questioni metodologiche e pratiche di didattica: il metabolismo di un essere vivente, la descrizione di un metodo pedagogico, la costituzione dell'atomo, la costruzione di una unità didattica e l'inserimento di essa nel suo contesto.

Spesso gli insegnanti usano il concetto di sistema in maniera implicita, senza sfruttare appieno le sue potenzialità didattiche. Una prima analisi delle conoscenze, dei punti di vista e dell'utilizzo didattico di concetti sistemici è stata condotta tramite un questionario compilato da 1.652 docenti delle scuole secondarie italiane di primo e secondo grado, e da 412 docenti delle corrispondenti scuole dell'International Baccalaureate sparse nei vari continenti. Uno degli scopi dello studio è stato quello di investigare l'uso del concetto di sistema nel contesto di un approccio didattico interdisciplinare, con una particolare attenzione al ruolo della chimica [2]. Trasmettere agli studenti il senso della complessità dell'impresa scientifica richiede infatti una visione interdisciplinare da parte dei docenti, visione nella quale entrano in gioco fattori prettamente scientifici e non.

Qui andremo ad analizzare uno specifico caso: quello della biologia molecolare, di cui è possibile individuare le radici in due distinte tradizioni di ricerca: quella portata avanti dal cosiddetto "gruppo del fago", di tipo genetico; quella basata sullo studio cristallografico delle macromolecole biologiche [3]. L'incontro tra i due indirizzi avvenne con la scoperta della struttura del DNA, preceduta da una serie di fatti e coincidenze che ben rappresentano l'intreccio tra la ricerca scientifica e il contesto socio-politico di riferimento, il rapporto tra gli aspetti disciplinari e quelli interdisciplinari, i differenti approcci filosofici soggiacenti alle ricerche scientifiche, ecc. [4].

Riferimenti:

1. Villani, G. *Complesso e organizzato. Sistemi strutturati in fisica, chimica, biologia ed oltre*; FrancoAngeli: Milano, 2008.
2. Celestino, T; Marchetti, F; Villani, G. System concept in chemistry education: Report

of an investigation involving in-service teachers. In Abstracts Book of the 24th Biennial Conference on Chemical Education, Università del Northern Colorado, 31 July – 4 August 2016; Hayden-McNeil: Plymouth (MI), 2016; p. 160.

3. Fantini, B. Le origini della biologia molecolare. In *Storia della scienza moderna e contemporanea* (volume terzo *Il secolo ventesimo* – tomo secondo) diretta da Paolo Rossi; ed. TEA: Milano, 2000; pp. 921-979.

4. Watson, J. D. *The Double Helix – A personal account of the Discovery of the Structure of DNA*; Weidenfeld & Nicolson Ltd: Londra, 1968.

Didattica della Chimica nel contesto “museo scientifico”

VALENTINA DOMENICI

Oggi la didattica opera in contesti molto diversi dal passato, dove l'ambito preferenziale è stato soprattutto quello formale, legato all'istruzione (i.e. il mondo della Scuola e dell'Università). Negli ultimi decenni, la didattica ha conquistato nuovi spazi, che non rappresentano soltanto dei luoghi fisici, distinti dalla scuola, ma si differenziano da questa per obiettivi educativi, tipo di utenza, modalità di apprendimento, linguaggio, aspetti organizzativi e relazionali. Per questo motivo oggi si preferisce distinguere la didattica tipica dei contesti formali (istruzione e formazione), di quelli non formali (ambiti extrascolastici e educazione degli adulti) e informali (nella vita di tutti i giorni). In questo scenario, anche la didattica delle Scienze, e in particolare della Chimica, assume connotati diversi in funzione dei diversi ambiti, ma soprattutto si arricchisce in termini di strategie di intervento aumentando le potenzialità di apprendimento [1].

Tra i contesti ideali della didattica non formale, i musei scientifici e gli *science center* occupano una posizione privilegiata, e ampiamente studiata, per l'apprendimento delle scienze e della chimica in particolare [2-5]. I primi, insieme alle collezioni scientifiche, rappresentano una testimonianza dell'evoluzione della scienza, delle sue pratiche e dei suoi strumenti. I musei scientifici infatti hanno prevalentemente un carattere storico-conservativo e, assieme alle collezioni di oggetti di grande valore, tramandano le storie e le vicende degli uomini che hanno fatto la Scienza. Diverse sono le caratteristiche, le finalità e il ruolo degli *science center*. Si tratta di spazi molto interattivi, dove la Scienza si presenta come dinamica e spettacolare, grazie alla presenza di exhibit scientifici e di strumenti e tecnologie digitali, che richiedono la partecipazione attiva da parte dei visitatori. Gli *science center* rappresentano anche uno spazio ideale, e neutrale, per affrontare temi di attualità, talvolta controversi, legati al rapporto tra Scienza e Società [2].

Entrambi questi contesti, i musei scientifici e gli *science center*, hanno tra i diversi ruoli anche un importante ruolo educativo [3], non solo nell'educazione degli adulti e del pubblico generico, il cosiddetto “*lifelong learning*”, ma anche nell'apprendimento delle scienze da parte dei bambini e dei ragazzi. Nel caso della Chimica, queste realtà hanno un ulteriore vantaggio in quanto spesso offrono spazi, laboratori e programmi di attività ideali per sperimentare una didattica attiva e cooperativa, una didattica laboratoriale tanto importante per l'apprendimento dei concetti fondamentali della Chimica. Anche per questo, i musei possono rappresentare un importante supporto per le scuole, soprattutto là dove queste sono carenti di spazi dedicati e adeguati per le attività laboratoriali [2,4].

In questo incontro, passeremo in rassegna alcuni esempi di buone pratiche in cui il contesto ‘museo scientifico’ può offrire un valido supporto nell'insegnamento della

Chimica e in particolare di alcuni concetti della Chimica rilevanti a livello di scuole superiori di secondo grado. Focalizzeremo poi l'attenzione sul ruolo del 'museo scientifico storico-conservativo' nella trattazione di questi concetti seguendo un approccio storico-epistemologico. A partire da alcuni strumenti e oggetti scientifici di valore storico-museale discuteremo e valuteremo insieme come utilizzarli a scopo didattico.

Riferimenti:

1. "Lifelong learning: approaches to increasing the understanding of Chemistry by everybody", J. K. Gilbert, S. Afonso. In *Chemistry Education*. (Editors: J. Garcia-Martinez & E. serrano-Torregrosa), Wiley-VCH, Weinheim: 2015.
2. "I musei di chimica e la chimica nei musei della scienza", Curatori: Valentina Domenici e Luigi Campanella. Casa Editrice Università La Sapienza, Roma: 2014.
3. "The role of chemistry museums in chemical education for students and the general public – A case study from Italy", V. Domenici. *JOURNAL OF CHEMICAL EDUCATION*, 2008, 85, 1365-1369.
4. "I musei di chimica: una realtà da valorizzare e da sfruttare", V. Domenici, *LA CHIMICA NELLA SCUOLA*, 2011, vol. 4, 201.
5. "I musei di chimica in Italia e l'immagine della chimica", V. Domenici, *LA CHIMICA NELLA SCUOLA*, 2008, vol. 3, 164-179.