

A03

La Chimica nella Scuola

a cura della



Società Chimica Italiana



Copyright © MMXIII
ARACNE editrice S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Raffaele Garofalo, 133/ A-B
00173 Roma
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-6771-0
ISSN 0392-8942

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: dicembre 2013

SOMMARIO

EDITORIALE

Futuro della cultura scientifica - Comunicare la scienza 7
di Luigi Campanella

DALLA COPERTINA (a cura di Gianmarco Ieluzzi)

Ai margini della chimica. Il caso Bohr e Kierkegaard 9
di Gianmarco Ieluzzi

Importanza del laboratorio nell'insegnamento delle scienze 13
di Pasquale Fetto

SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO

"Un viaggio attraverso le rocce....." Il parte 23
di Daniela Sorgente, Alessandro Pezzini, Fabio Olmi, Grazia Cosenza

SCUOLA PRIMARIA E SCUOLA SECONDARIA DI 1° GRADO

Progetto porto aperto: 49
proseguimento dello studio sulle attività laboratoriali proposte alla scuola primaria e alla scuola secondaria di primo grado. Il parte
di Anna Maria Cardinale, Barbara Santamaria, Laura Ricco, Nadia Parodi, Riccardo Carlini

Il berillo - Le gemme: non solo belle da vedere ma... Il parte 57
di Pasquale Fetto

FEDERCHIMICA PER LA SCUOLA (a cura di Luigi Campanella)

Chimica e alimentazione: seminario e laboratorio per insegnanti 77

Cambiamenti climatici: nuove opportunità da cogliere grazie al Programma T.A.C.E.C. 77

FLASH

L'istruzione riparte 79

Progetto Civitas capital per la mobilità sostenibile 81

Innovazione e proprietà industriale nelle scuole: un bando MIUR-MISE 81

Ora è legge dello Stato 82

ISTRUZIONI PER GLI AUTORI 83

Futuro della cultura scientifica Comunicare la scienza

Cultura scientifica significa non soltanto conoscere questa o quella disciplina o scoperta, ma collocare tali cognizioni all'interno di un contesto formativo più generale e di un processo dinamico proprio di ciascuno di noi, in relazione alle proprie realtà, interessi, contesto politico e sociale.

Da ciò deriva che la comunicazione scientifica può, anzi deve, contribuire alla produzione di cultura scientifica e pertanto porsi il problema delle forme più corrette e più efficaci di comunicazione e di rapporto significa contribuire alla crescita culturale.

Il dibattito in atto da alcuni anni ha puntualizzato alcuni dei dilemmi che presiedono alla formazione culturale scientifica e quindi al rapporto fra comunità scientifica o singolo ricercatore da una parte e società o singolo cittadino dall'altra. Gli spunti più interessanti di tale dialogo riguardano:

1) il rapporto fra conoscenza intuitiva e conoscenza razionale: in una prima fase della cultura scientifica l'intuizione è stata preferenziata alla razionalità, successivamente il processo ha subito una drastica inversione e gli aspetti deduttivi hanno finito col prevalere in misura assai predominante su quelli intuitivi. Ciò è di certo anche dovuto al fatto che la comunicazione scientifica era sostanzialmente affidata agli stessi ricercatori. Le nuove frontiere di tale comunicazione affidate ormai nel tempo recente ai mass-media hanno in parte rivalutato gli aspetti intuitivi soprattutto nella fase di avvio del processo conoscitivo, ma ancora non è stato probabilmente raggiunto un giusto equilibrio fra le due componenti, entrambi certamente necessarie alla formazione di una cultura scientifica.

2) il rapporto fra cultura e conoscenza a visione globale e cultura e conoscenza su specifici temi. Di fatto si tratta di un falso problema: non è assolutamente necessario per conoscere disporre di una visione globale contemporaneamente a 360° sulla scienza, ma è altrettanto vero che bisogna creare le condizioni per la costruzione di nessi fra le singole conoscenze, nessi che rappresentano proprio le basi per il passaggio da una conoscenza specifica ad una conoscenza globale e critica.

3) il linguaggio: deve tenere conto dell'utenza che è molto diversificata negli interessi e nei livelli di cultura; inoltre deve avere sempre presenti quali sono le forme di comunicazione che lo possono utilizzare.

4) la correlazione fra arte e scienza, entrambe come forme espressive di trasformazione dell'esistente va ben oltre il dilemma fra bellezza e verità, come qualcuno tenta di ridurre. In effetti, non di dilemma si tratta, sarebbe un falso movimento di un'entità verso l'altra, ma di integrazione e di identità di processo culturale, un incontro cioè fra positivismo e fantasia, anch'essa però frutto e prodotto di ricerca.

Le proposte che si possono formulare nella direzione indicata sono tante. Ne citiamo qualcuna come esempio:

1) realizzazione di un giornale scientifico europeo che funzioni da vero e proprio forum della cultura scientifica europea nel quale la formazione e l'informazione prodotte abbiano sempre a riferimento un contesto sovranazionale ed un'utenza europea.

2) realizzazione di un Museo Europeo mediante itinerari scientifici attraverso l'Europa ed i Musei Europei fra loro collegati sulla base del tema affrontato e dei contenuti posseduti. Tali itinerari potrebbero essere attivi realmente in occasione della Settimana della Cultura Europea ed attraverso tecnologie informatiche in tutto il resto dell'anno.

3) Incontro annuale a tema in una delle città Europee sedi di Museo con il contributo degli altri Musei e degli altri paesi ciascuno secondo forme da concordare (parte del proprio materiale, documentazione in audio, video e stampa, cicli di conferenze).



Ai margini della chimica

Il caso di Bohr e Kierkegaard

di
Gianmarco Ieluzzi

È bene confessare subito: l'argomento di queste righe è tema scabroso e insidioso sebbene presenti subito un'attrazione fascinosa. Per chi, nel campo della storia della scienza o della scienza pura, è abituato a partire da fatti (documenti o dati sperimentali che siano), tematiche come il rapporto tra la fisica di Bohr e la filosofia di Kierkegaard sono considerate suggestioni, magari affascinanti, ma pur sempre suggestioni. Eppure, spesso sono le indagini condotte in zone marginali, zone di chiaroscuri disciplinari, che consentono quelle contaminazioni ardite, da non dirsi ad alta voce, che producono purtuttavia nuovi avanzamenti; sono cammini certo non retti, ma progressioni che avvengono per salti, attraverso balzi nelle pieghe nel tempo, il quale spesso consideriamo ancora solo come evoluzione lineare.

Il nome di Bohr (Niels Henrik David Bohr, nato e morto a Copenaghen, vissuto tra il 1885 e 1962, vincitore del Premio Nobel per la fisica nel 1922), come è noto a chi ha frequentato un po' di chimica, è legato alla proposta di un modello atomico, sviluppato nel 1913 a partire dalla proposta di Rutherford, e portatore di un postulato che restringeva e oltrepassava nello stesso tempo la trattazione che la meccanica classica dava del modello atomico in questione. Si ricorderà che, nel caso dell'atomo più semplice, quello d'idrogeno in cui un elettrone ruota intorno a un nucleo centrale positivo compiendo orbite circolari, per descrivere la rotazione dell'elettrone, classicamente si doveva soddisfare la legge fondamentale della dinamica $F = ma$; nel caso dell'elettrone la forza in gioco è una forza coulombiana $F = e^2/r^2$ (e essendo la carica in valore assoluto dell'elettrone uguale al nucleo costituito da un sol protone; r il raggio) e l'accelerazione è di tipo centripeta descritta dalla formula v^2/r (con v indichiamo la velocità). Si deduce che $r = e^2/mv^2$. La fisica classica correttamente affermava che il raggio dell'orbita sarebbe funzione della sola velocità di rotazione, poiché la massa e la carica sono costanti; nessuna limitazione dell'ampiezza dell'orbita è dunque implicata. Allo stesso modo nessun vincolo nei valori dell'energia risulterebbe da tale trattazione ($E = - 1/2 e^2/r$). Tuttavia la conclusione classica era disastrosa per un modello del genere: l'elettrone avrebbe finito per compiere orbite sempre più piccole e sarebbe collassato sul nucleo. Inoltre, con la progressiva riduzione dell'orbita e la conseguente variazione della frequenza del moto di rivoluzione che si verificherebbe, dovremmo registrare una variazione continua della frequenza della radiazione emessa: non sarebbero di conseguenza per nulla interpretabili gli spettri a righe costituite da righe di frequenza definita e costante.

La mossa di Bohr fu dunque l'inserimento di un vincolo: il momento della quantità di moto dell'elettrone rotante può assumere soltanto valori che siano multipli interi della quantità $h/2\pi$ (h essendo la costante di Planck). Tale asserzione è nota come postulato della quantizzazione del momento della quantità di moto. Ecco dunque l'imposizione al momento della quantità di moto di assumere solo valori quantizzati, non variabili cioè con continuità. In questo postulato Bohr trova il nexus con l'ipotesi formulata pochi anni prima da Planck per interpretare le caratteristiche dello spettro di emissione di un corpo nero, che lo aveva condotto alla quantizzazione dell'azione (l'azione di una rotazione completa dell'elettrone attorno al nucleo è equivalente al prodotto dell'energia cinetica per il doppio del tempo di percorrenza dell'orbita). E come un effetto a cascata, tale connessione con la

quantizzazione implica la quantizzazione delle orbite e dell'energia: il raggio consentito all'orbita elettronica non può assumere valori continui, ma solo discreti; e così anche l'energia. Il postulato di Bohr viene a imporre condizioni restrittive per gli stati dinamici possibili dell'elettrone. Tra gli infiniti stati dinamici possibili che la teoria classica consentirebbe, non tutti sono ammessi dalla teoria atomica quantistica, poiché il postulato di Bohr implica la selezione della traiettoria percorsa dall'elettrone e della sua energia. Osserviamo, per inciso, ancora una cosa: questi stati possibili consentiti, sono tuttavia ancora infiniti perché i multipli interi che si possono selezionare sono tutti i valori interi da 1 a infinito. Però non si arriva a implicare, come si faceva classicamente, un'infinità continua degli stati, bensì una infinità discontinua, quantizzata degli stati. Per tale motivo si sono chiamati stati quantici dell'elettrone gli stati dinamici possibili. Continuando a sviluppare la trattazione quantistica all'energia degli stati, si arriva alla determinazione della successione discreta dei livelli energetici e agli stati stazionari.

Il secondo passo, che accreditò la teoria di Bohr presso i suoi contemporanei, fu un secondo postulato, questa volta applicato all'interpretazione dello spettro caratteristico dell'atomo di idrogeno (poi anche agli atomi idrogenoidi): l'atomo può emettere o assorbire energia, in forma di radiazioni elettromagnetiche, solo mediante transizioni energetiche ossia attraverso passaggi tra differenti stati quantici.

Questi studi, come si è detto, iniziarono nel 1913, nella città di Copenaghen, cento anni esatti dalla nascita di una delle figure più eminenti della cultura danese, Søren Aabye Kierkegaard (Copenaghen, 1813-1855). Alla luce di uno scritto dello studioso Lewis Samuel Feuer, che asseverò come «la teoria dell'atomo di idrogeno di Bohr può essere vista da un punto di vista psicologico come la proiezione della dialettica qualitativa di Kierkegaard» e anche «come il modello kierkegaardiano dei salti discontinui divenne parte della più profonda posizione emozionale-intellettuale di Niels Bohr», spesso si legge di questa eco della filosofia di Kierkegaard nell'impostazione fisica di Bohr. Si conosce bene come il filosofo danese, partendo da una critica profonda alla visione sistematica hegeliana, abbia prestato attenzione all'esistenza del singolo, la unica vera esistenza. Abbracciando con passione le figure di Cristo, Socrate, Pascal, egli si inerpica in un percorso impegnativo che vuole trasformare «una esperienza viva in una dialettica affilata, che immagina astrattamente degli stadi dell'esistenza, più costruiti che vissuti, e li elabora per mezzo di una dialettica

spezzata: finito-infinito, possibile-attuale, incosciente-cosciente» (Paul Ricœur, *Kierkegaard et le mal*, Éditions du Seuil, Paris 1963; trad. Kierkegaard, la filosofia e l'eccezione, Morcelliana, Brescia 1995). Nel suo percorso infatti egli pubblica nel 1943 *Aut-Aut* e poi *Timore e tremore* dove indica i famosi tre stadi della vita. Nella prima opera pone l'alternativa tra i primi due stadi di vita, vere e proprie scelte inconciliabili: la vita estetica e la vita etica. In *Timore e tremore* poi propone la terza possibilità di vita, quella religiosa. Sono tre "sfere di vita" autonome, irrelate, mutuamente impermeabili. Sono come tre salti distinti, senza alcuna possibile posizione intermedia. Tra ciascuna sfera e le altre c'è l'abisso, non esiste alcuna dialettica evolutiva che procede fino alla sintesi, ma liberamente e autonomamente le scelte libere conducono la persona in una di queste sfere, da cui si può evolvere, ma anche rimanere per tutta la vita. Non esiste la conciliazione tra opposti, bensì la libera e unica scelta tra opposti: o una sfera oppure un'altra, aut aut.

L'unica documentazione che abbiamo riguarda il fatto che Bohr sia stato in effetti un attento lettore e ammiratore di Kierkegaard, come si evince tra l'altro anche da una lettera scritta dal fisico al fratello nel periodo in cui era intento nella compilazione della propria tesi di laurea: la lettura di *Un frammento di vita di Kierkegaard*, scrive, «mi ha procurato molto piacere» e «credo perfino che sia una delle cose migliori che abbia mai letto». Ecco l'unica traccia sottile che abbiamo e che pure fa dire a taluni che quando Bohr propose la sua rivoluzionaria impostazione del modello atomico egli «recitava un dramma kierkegaardiano nella teoria dei quanti».

Non è possibile, a nostro avviso, giungere a nessuna conclusione definitiva; certamente è difficile credere a una volontaria impostazione fisica di posizioni filosofiche condivise. Certo è che spesso risonanze di studi e passioni, di interessi inerenti altre discipline siano terreno fertile per impostare diversamente il problema che si affronta, per trovare un nuovo modo di analisi per giungere a una risposta seria e credibile. È il terreno marginale che è humus per nuovi e vecchi problemi, che aiuta l'uomo in ricerca autentica a percorrere nuovi avanzamenti, magari attraverso dialettiche spezzate, o sentieri interrotti, o salti inaspettati, anche nei territori che solo apparentemente danno meno credito alla creatività dell'uomo e dello scienziato.