

CHIMICA È CULTURA

COLLANA DI FONDAMENTI E DIVULGAZIONE DELLA CHIMICA

I3

Direttore

Vincenzo VILLANI

Università degli Studi della Basilicata

Comitato scientifico

Giovanni VILLANI

Istituto di Chimica dei Composti Organometallici, CNR

Vincenzo SCETTINO

Università degli Studi di Firenze

Maurizio D'AURIA

Università degli Studi della Basilicata

Stefano SUPERCHI

Università degli Studi della Basilicata

Luciano D'ALESSIO

Università degli Studi della Basilicata

Gaetano GIAMMARINO

Università degli Studi della Basilicata

CHIMICA È CULTURA

COLLANA DI FONDAMENTI E DIVULGAZIONE DELLA CHIMICA



Il cielo stellato sopra di me, la legge morale dentro di me.

Immanuel KANT

La collana nasce con una vocazione dichiaratamente interdisciplinare: la Chimica viene intesa come *link* di un *network* molto più ampio, una scena nel grande affresco della cultura moderna.

Mentre è difficile sopravvalutare il ruolo della Chimica nella società moderna per le sue infinite utili applicazioni, è facile sottovalutarne le implicazioni culturali dal punto di vista concettuale, al di là dei puri tecnicismi.

Quali sono i fondamenti culturali della Chimica: la ricchissima storia, la visione della natura, il rapporto con le arti, la riflessione filosofica e più in generale il contributo ad una società sostenibile? Tutti questi aspetti e implicazioni sono i temi approfonditi dai volumi pubblicati in questa collana.

Classificazione Decimale Dewey:

109 (23.) FILOSOFIA. STORIA E BIOGRAFIA COLLETTIVA

FRANCESCO GIULIANO

ATOMOS

ELOGIO DI UN'IDEA
RIVOLUZIONARIA





ISBN
979-12-218-2000-3

PRIMA EDIZIONE
ROMA 18 LUGLIO 2025

INDICE

- 11 CAPITOLO I
 Introduzione
 1.1. Digressione storica, 14 – 1.2. Una Cultura onnicomprensiva per un Nuovo Umanesimo, 22.
- 29 CAPITOLO II
 La relazione tra filosofia e scienza
 2.1. Le origini della filosofia e della scienza chimica, 29 – 2.2. L'ambiguità, 39 – 2.3. La Natura gioca a dadi, 42 – 2.4. La relazione tra filosofia e scienza, 49 – 2.5. L'astrazione in chimica, 60 – 2.6. La logica del cuore e il fervore della ragione, 66 – 2.7. La composizione particellare della materia, 73 – 2.8. La tavola periodica degli elementi, 79.
- 83 CAPITOLO III
 «L'*Atomos-Idea* è visibile solo alla vista dell'intelletto»
 3.1. Cos'è l'*archè*?, 83 – 3.2. «*Atomos-Idea*», 88 – 3.3. La chimica diventa scienza, 91.

93 CAPITOLO IV

Scienza, coscienza, incoscienza

4.1. Scienza, coscienza, incoscienza, 93 – 4.2. La coscienza è un fenomeno chimico?, 94 – 4.3. L'amore è naturalmente un prodotto della chimica, 97 – 4.4. *Similia similibus solvuntur*, 102 – 4.5. Dimensione etica e politica del sapere, 107 – 4.6. La Cultura, 115 – 4.7. La Scienza propriamente detta, 125.

135 CAPITOLO V

L'*archè* nell'antica Grecia e nel Medio Evo

5.1. La scelta dell'intervistatore, 135 – 5.2. L'*archè*: da Esiodo al *De rerum natura* di Lucrezio. Le interviste di Demodoco, 138 – 5.3. L'*archè* nel Medio Evo, 196.

201 CAPITOLO VI

L'*archè* dopo il Concilio di Trento

6.1. L'atomismo epicureo e l'Inquisizione. Le interviste di Demodoco, 201 – 6.2. La scoperta delle leggi fondamentali della chimica, 216 – 6.3. L'atomo è divisibile, 227 – 6.4. Modello atomico di Thomson, la radioattività e modifica del primo, del secondo e del terzo postulato daltoniano, 233 – 6.5. Modelli atomici: dal modello saturniano al modello quantistico, 242 – 6.6. Il positronio, 259 – 6.7. Dalla meccanica quantistica alla filosofia, 262.

273 CAPITOLO VII

La chimica e la meccanica quantistica

7.1. Le scienze esatte, 273 – 7.2. Il relativismo, 280 – 7.3. L'atomo è nell'universo e l'universo è nell'atomo e, per transitività, nel corpo umano, in una perfetta armonia, 289 – 7.4. Alla scoperta del campo quantistico, 296 – 7.5. Simbolismo e conoscenza "semantica" in chimica, 307 – 7.6. La chemofobia, 311.

315 CAPITOLO VIII

Il valore della chimica: bene comune dell'umanità

8.1. Il valore della chimica: bene comune dell'umanità, 315 – 8.2. Disamina parziale di alcune risorse importanti della chimica, 326 – 8.2.1. *Vitamina C o acido ascorbico*, 326 – 8.2.2. *Polimerizzazione e polimeri*, 328 – 8.2.3. *L'isoprene*, 329 – 8.2.4. *La nutraceutica, un ramo moderno dell'alimentazione*, 332 – 8.2.5. *La perfluorodecalina*, 334 – 8.2.6. *La piaga delle locuste e la chimica*, 337 – 8.2.7. *Gli effetti del monossido di carbonio sull'organismo umano*, 338 – 8.2.8. *L'elettrolisi dell'acqua e i suoi sviluppi, oggi*, 341 – 8.2.9. *L'idrogeno verde è l'unica fonte energetica rinnovabile, democratica e non inquinante*, 344 – 8.2.10. *Le macchine molecolari*, 347.

349 CAPITOLO IX

Il valore della chimica: relazioni con la società

9.1. La chimica e la società, 349 – 9.2. L'Europio è l'elemento chimico usato nelle banconote dell'Eurozona, 353 – 9.3. Il fico d'India, il peperoncino e la ricerca delle risorse biologiche attraverso la chimica per la conservazione dei Beni culturali, 357.

359 CAPITOLO X

Il valore della chimica: problemi ambientali

10.1. Il rilascio del metano dal permafrost e l'effetto serra, 359 – 10.2. Dal declassamento dell'Antropocene come era geologica alle Città viventi secondo i canoni naturali, 360 – 10.3. Il problema ambientale delle materie plastiche, 364 – 10.4. Una nuova materia plastica — il PBTL (Poli-Biciclo-Tio-Lattone) — è riciclabile molte volte, 367.

369 *Fonti bibliografiche*

CAPITOLO I

INTRODUZIONE

*Se hai trovato una risposta a tutte le tue domande,
vuol dire che le domande che ti sei posto
non erano giuste.⁽¹⁾*

*Allora,
bisogna ricercare, ricercare, ricercare,
dialogare, confrontarsi, contrapporsi,
sostenere con i fatti la propria idea,
senza alcuna sosta
al fine di giungere
a quella risposta tanto richiesta
che è la verità!*

*La fede è molte cose.
È affidarsi a Dio,
o la fiducia in un nostro simile,
o il fidarsi ciascuno dell'altro.
Credere nell'impossibile,
questa è la fede.⁽²⁾*

Quando si scrive, come in questo caso, di un ente particolare e importante, sia dal punto di vista storico–filosofico

(1) Oscar Wilde, scrittore inglese, (1854–1900).

(2) J. FANTE, *Chiedi alla polvere*, La Biblioteca di Repubblica, 2003.

che scientifico, qual è l'atomo⁽³⁾, nato dalla riflessione e dall'elaborazione di un'idea di alcuni filosofi greci antichi, vien da sé che attorno ad esso ci siano stati, nel corso della storia, molti personaggi coinvolti, il cui pensiero è andato oltre lo spazio e il tempo in cui sono vissuti. In questa sede, si riportano alcune delle loro opinioni e convinzioni, a cui si immaginano associate, nel contempo, le emozioni provate e le riflessioni ed esaltazioni sentite assieme alle elaborazioni mentali fatte che, intrecciandosi tra esse, fanno avvertire che costoro siano vissuti in un eterno presente e che abbiano interloquuto e continuano ad interloquire sostenendo con fiducia le loro convinzioni. Ciò sta a evidenziare che il pensiero umano non considera l'entità di riferimento entro i confini di un dato periodo storico, ma li travalica continuando ad elaborare, e va oltre essi senza fermarsi. Mette, quindi, in movimento una dialettica perpetua tra filosofi e scienziati di epoche storiche diverse che valutano, attraverso il proprio convincimento, quali risposte siano adeguate all'entità stessa; risposte che possano essere o non essere congruenti ma in ogni caso stimolanti a proseguire la strada intrapresa. E in questo confronto ininterrotto si giunge, talvolta, a comprendere il forte legame tra ciò che si scopre oggi e ciò che è stato intuito nel passato. Ne consegue l'esplicita scoperta della fine e universale armonia di un eterno dialogo, coadiuvato dal solido potere della logica a detrimento della legge animalesca del più forte, come quella descritta nella favola “*Il lupo e l'agnello*”⁽⁴⁾:

(3) Dal greco *temno*, *tagliare*, preceduto dall'*α* (alfa) privativa, significa *non divisibile*.

(4) Fedro, scrittore romano, (20 a.C.–50 d.C.).

*Ad rivum eundem lupus et agnus venerant
 siti compulsi; superior stabat lupus
 longeque inferior agnus. Tunc fauce improba
 latro incitatus iurgi causam intulit.
 «Cur» — inquit — «turbulentam fecisti mihi
 aquam bibenti?». Laniger contra timens:
 «Qui possum, quaeso, facere, quod quereris, lupe?
 A te decurrit ad meos haustus liquor».
 Repulsus ille veritatis viribus:
 «Ante hos sex rñenses male, ait, dixisti mihi».
 Respondit agnus: «Equidem natus non eram».
 «Pater hercle tuus, ille inquit, male dixit mihi».
 Atque ita correptum lacerat iniusta nece.
 Haec propter illos scripta est homines fabula,
 qui fictis causis innocentes opprimunt».⁽⁵⁾*

Il mio intento è, dunque, quello di indurre il lettore a riflettere sul pensiero e sui risultati di tutti quei personaggi, nel corso della storia umana, che hanno partorito idee, concetti, ipotesi, e che hanno fatto ragionamenti essenziali, attraverso mezzi, metodi e modi di pensare differenti, per indurre l'umanità verso la strada della conoscenza di se stessa e del mondo.

(5) «Presso lo stesso torrente giunsero un lupo e un agnello, spinti dalla sete; Il lupo stava sopra e l'agnello molto più in basso. Allora con fauci malvagie, il cattivo, stimolato, avanzò un motivo di lite. “Perché”, disse, “mi hai intorbidito l'acqua mentre bevo?”. L'agnello, tremando, rispose: “Come posso fare, chiedo, quello di cui ti lamenti, lupo? L'acqua scende da te fino ai miei sorsi?”. Quello negato dalle forze della verità, disse: “Sei mesi fa”, aggiunse, “hai parlato male di me”. L'agnello rispose: “veramente non ero ancora nato”. “Tuo padre, per Ercole”, egli disse, “ha parlato male di me”. E così, preso, lo fa a pezzi con una morte ingiusta». Questa favola è stata scritta per quegli uomini che opprimono gli innocenti con cause inventate.

1.1. Digressione storica

Il fisico tedesco Albert Einstein⁽⁶⁾ sosteneva che «Il mondo è il prodotto del nostro pensiero e dunque non può cambiare se prima non modifichiamo il nostro modo di pensare». Dando per ragionevole questa opinione ne segue che l'atomo — fondamento di questa argomentazione — appartiene al mondo perché esso è il prodotto del nostro pensiero. L'atomo, infatti, sgorga da un'idea che si è dimostrata rivoluzionaria e tesa alla ricerca difficoltosa e indeterminata ma continua della verità, da un'idea cioè che ha cambiato i connotati del corso della storia, sia nel bene per gli effetti in campo sociale e in quello tecno-scientifico, sia nel male per il cattivo uso che l'umanità ha fatto di alcuni suoi prodotti.

Dopo una ricerca affannosa del principio di tutte le cose, l'*archè*, grazie all'avvicinarsi dei primi pensatori greci a partire dal VIII–VII sec. a.C., l'idea di atomo pose finalmente uno stallò alla ricerca dell'*archè*, essendo stata partorita dalla mente di filosofi greci intorno a venticinque secoli fa. L'atomo era stato immaginato strutturalmente semplice, come una palla piccolissima, invisibile e indivisibile, mentre, in realtà, a cavallo tra il finire del XIX e l'inizio del XX secolo, sui risultati di accurate indagini sperimentali si scoprì che possedesse una struttura composta e complessa di non semplice definizione. Se non fosse stato, allora, *modificato il nostro modo di pensare relativo all'atomo, non sarebbe stato possibile scoprirne i connotati*, osservando l'opinione einsteiniana. In ciò si coglie, allora, il giudizio connesso alla soggettività umana che era stata già

(6) Fisico tedesco, (1879–1955).

rilevata da Protagora⁽⁷⁾ secondo cui «la realtà (e quindi il mondo) non è unica ma molteplice, complessa; la verità (che deriva dal mondo) non è oggettiva ma soggettiva: la conoscenza accade nell'uomo, non fuori di lui, e dunque l'uomo, con tutti i suoi condizionamenti soggettivi, è l'unico vero strumento di misura per la verità: e la verità consiste nel rapporto dialettico con la realtà che ogni singolo individuo instaura di volta in volta». E tutto questo è compendiato nell'asserto di questo filosofo che sta alla base del relativismo e della dialettica: «L'uomo è misura di tutte le cose, di quelle che sono in quanto sono, e di quelle che non sono in quanto non sono»⁽⁸⁾. “Misura” nel senso di interpretazione soggettiva “di tutte le cose” e che, quindi, è soggetta a cambiare se cambia il modo di pensare dell'uomo. In definitiva, affinché oggi l'uomo possa essere, in tal senso, un “ideatore dialettico”, sarebbe necessario che possedesse un *sapere unificato*, cioè che avesse, nel contempo, un bagaglio culturale umanistico e scientifico. Ciò gli consentirebbe di comprendere la realtà nel migliore dei modi. Non appagare questa necessità determinerebbe, come è già in essere, tra gli uomini una disuguaglianza culturale che originerebbe le infauste controversie che la storia umana ci insegna. L'uguaglianza culturale comporterebbe l'uso dello stesso modo di pensare, degli stessi metodi e degli stessi modelli, e quindi di comprendere la realtà e di comprendersi vicendevolmente. L'uguaglianza culturale genererebbe la condivisione di intenti tra gli individui di un gruppo lasciando a ciascuno la libertà di pensiero.

(7) Filosofo greco, (490–411 a.C.).

(8) Frammento 1, Diels-Kranz.

Hugo Dingler⁽⁹⁾, in un suo saggio⁽¹⁰⁾, riguardo agli atomi, scrisse che essi «... sono misurazioni esplicative da noi poste, le quali possono trovare occasionale realizzazione, ma rappresentano sempre e soltanto uno stadio temporaneo di scomposizione della realtà, che con il progresso della spiegazione deve cedere ad un altro stadio più raffinato: giacché la loro realtà non è ontologica⁽¹¹⁾, ma solo esplicativa⁽¹²⁾ e, in quanto atomi, solo relativa». Ciò significa che quello dell'atomo è un *modello* astratto che però permette di studiare tutto ciò che fa riferimento ad esso, e che rappresenta «*sempre* e soltanto uno stadio temporaneo di scomposizione della realtà». E Silvio Ceccato⁽¹³⁾, nella prefazione dello stesso saggio, riguardo al significato di *modello* addusse questo esempio: «Chi parla di “foglie” indubbiamente ha posto una uguaglianza, così come chi afferma che non c'è sulla terra una foglia che sia del tutto uguale a un'altra, ha posto una differenza. La legge è universale nel senso che se non cambiamo il modello esso non si cambia certo da solo».

L'atomo, concepito come l'entità indivisibile della materia, nel V secolo a.C., da Leucippo⁽¹⁴⁾, fu acquisito come principio della realtà prima dal suo allievo Democrito⁽¹⁵⁾ e, poi, da Epicuro⁽¹⁶⁾. L'atomo venne rilevato da Democrito come “ἰδέα” della mente, cioè pura astrazione, che divenne universalmente accettata, e come

(9) Filosofo tedesco, (1881–1954).

(10) H. DINGLER, *Storia filosofica della Scienza*, Longanesi, 1949.

(11) Che attiene alla conoscenza dell'oggetto in sé.

(12) Che serve a rendere comprensibile.

(13) Linguista e filosofo, (1914–1997).

(14) Filosofo greco, V sec. a.C.

(15) Filosofo greco, (470/437–360/350 a.C.).

(16) Filosofo greco, (341–270 a.C.).

modello risultò fondamento utile per descrivere, meglio di ogni altra cosa, la realtà. Vittorio Enzo Alfieri⁽¹⁷⁾ in un suo saggio⁽¹⁸⁾, come si dirà in seguito, infatti, scrisse: «... che Democrito usava addirittura il termine "ἰδέα", sovente se non sempre, per designare l'*atomo*». E tale "ἰδέα" rimase in essere per un lungo periodo storico, con un'interruzione di circa dodici secoli, fino a costituire la formula della *teoria atomica*⁽¹⁹⁾ esplicitata da John Dalton⁽²⁰⁾ con cinque postulati che costituirono le fondamenta della *chimica classica* fino alla prima metà circa del XX secolo. La scoperta del *moto browniano*⁽²¹⁾ grazie a Robert Brown⁽²²⁾, in seguito all'osservazione al microscopio del moto caotico e incessante di piccolissime particelle di polline disperse in acqua, infatti, avvalorò la *teoria atomica daltoniana*. Il moto osservato dal botanico scozzese è identico a quello caotico delle particelle di polvere sospese nell'aria che si osserva in una camera buia, in seno al raggio di luce solare che vi penetra attraverso il foro di una tapparella. La scoperta di tale moto venne reiterata successivamente, in diversi esperimenti, da Jean-Baptiste Perrin⁽²³⁾, che, nel libro *Les atomes* (1913), asserì che: «La chimica è l'arte di spiegare i fenomeni visibili ma incomprensibili per mezzo di oggetti invisibili ma facilissimi da comprendere: gli atomi». E nell'introduzione di tale libro, Carlo

(17) Filosofo italiano, (1906–1997).

(18) V.E. ALFIERI, *Atomos-Idea – L'origine del concetto dell'atomo nel pensiero greco*, Congedo, 1979.

(19) 1803.

(20) Chimico inglese, (1766–1844).

(21) 1827.

(22) Botanico scozzese, (1734–1858).

(23) Professore di chimica-fisica dell'Università di Parigi, (1870–1942).

Bernardini⁽²⁴⁾ affermò che «quest’opera è una summa di quello che la nostra scuola non dà. È una mentalità che ci manca, un rigore che coincide con l’amore per la realtà: il pensiero deve saper essere sovrano, non può esprimersi contro le cose e i fatti». Un’asserzione giusta consolidata nel tempo, che dovrebbe essere osservata soprattutto nell’insegnamento, in politica, in economia, nella società, e, ovviamente, in tutti i settori della scienza.

A tal punto è bene porsi la seguente domanda: ciò che viene “visto” con la mente corrisponde in realtà al modello con cui è rappresentato l’atomo? Non è un caso che Ernst Mach⁽²⁵⁾, infatti, si chiedeva ironicamente: «Gli atomi? Chi li ha mai visti?». Gli atomi, infatti, sono enti astratti ma che funzionano perfettamente nell’esplicitazioni delle leggi ponderali e volumetriche ad essi connesse. Le prove sperimentali confermano l’esistenza degli atomi, come unità particellari costituenti gli “oggetti” della chimica, così come i numeri lo sono per la matematica. Attraverso questi “oggetti”, infatti, sono state scoperte le leggi fondamentali della chimica: la legge di Lavoisier⁽²⁶⁾ o di conservazione della massa nelle reazioni chimiche, la legge di Proust⁽²⁷⁾ che definisce un composto chimico e la legge di Dalton⁽²⁸⁾ che conferma la legge precedente ma è relativa ad una coppia di elementi che danno più composti. I modelli, tuttavia, con cui è stato rappresentato nel corso del tempo l’atomo hanno subito una continua evoluzione. Basti pensare che, con l’avvento della *meccanica o fisica quantistica*, agli inizi del

(24) Fisico italiano, (1930–2018).

(25) Fisico austriaco, (1838–1916).

(26) Antoine-Laurent de Lavoisier, chimico francese, (1743–1794).

(27) Joseph Louis Proust, chimico francese, (1754–1826).

(28) John Dalton, chimico inglese, (1766–1844).

XX secolo, la sequela dei diversi modelli atomici ipotizzati (Dalton, Thomson, Nagaoka, Rutherford, Bohr–Sommerfeld), dovuta a modifiche necessarie derivanti da incongruenze scientifiche e da verifiche sperimentali, ha segnato, a partire da circa un secolo fa, una battuta d’arresto dando origine, nel contempo, alla *chimica contemporanea* grazie alla modifica parziale dei postulati daltoniani. Il *modello atomico quantistico*, l’ultimo in ordine temporale, infatti, andando al di là di ogni concreta raffigurazione, nella misura in cui l’elettrone, costituente fondamentale dell’atomo, che può comportarsi ora come *particella* ora come *onda* (come dottor Jekyll e mister Hide), è stato descritto con una *funzione d’onda*⁽²⁹⁾, il cui quadrato definisce la regione dello spazio chiamata *orbitale*, in cui si ha la massima probabilità di trovare l’elettrone. Tale regione è ubicata attorno al centro dell’atomo, chiamato nucleo atomico, dove sono localizzate altre particelle subatomiche: protoni e neutroni.

Da un modello molto semplice — l’atomo democriteo–daltoniano immaginato come una sferetta infinitesima indivisibile —, si è ricavato un modello raffigurato come qualcosa che assomiglia al sistema planetario — l’atomo di Bohr⁽³⁰⁾ —, in cui si distinguono i componenti subatomici — protoni, neutroni ed elettroni, — con la perdita dell’indivisibilità postulata originariamente. Da tale modello, infine si è transitati al modello atomico quantistico, che va oltre ogni ordinaria immaginazione, e crea nei “non addetti ai lavori” profonde difficoltà di comprensione. La comprensione di tale modello,

(29) La funzione d’onda Ψ è una funzione con tre variabili spaziali (x, y, z) e la variabile tempo t, e descrive un sistema fisico.

(30) Niels Bohr, Fisico danese, (1885–1962).

con tutto ciò che ne deriva, richiede non solo discrete capacità di astrazione, ma anche una profonda formazione culturale scientifica affiancata da una buona dose di quella umanistica. L'evoluzione dell'*idea* di atomo riguarda, dunque, un susseguirsi di modelli che esprimono una realtà «*non ontologica, ma solo esplicativa*». Nel 1960, Eugene Wigner⁽³¹⁾, arrivò a sostenere qualcosa di inedito e inimmaginabile, fantasioso direi senza riflettere, secondo cui, attraverso il “*paradosso dell'amico di Wigner*”, «la coscienza dell'osservatore determina l'esistenza», cioè la realtà di una particella, come l'elettrone, è soggettiva e dipende dall'osservatore. In definitiva, «le leggi della meccanica quantistica sono corrette, ma c'è solo un sistema che può essere esaminato con tali leggi, cioè l'intero mondo materiale. Esistono “osservatori” esterni che non possono essere studiati all'interno della meccanica quantistica, vale a dire le menti umane, che eseguono misurazioni sul proprio cervello causando il collasso della funzione d'onda», di quella funzione d'onda che descrive appunto l'elettrone.

Nello stesso ambito quantistico, sono vigenti presupposti sorprendenti e, se si vuole, anche paradossali nella nostra realtà, che trascendono la comune concretezza, alla quale si è stati educati studiando la meccanica classica o newtoniana. Tali basi sono: il *principio di indeterminazione* (1927) relativo alla misura contemporanea di due grandezze coniugate come la posizione e la quantità di moto dell'elettrone; il *mare di Dirac*⁽³²⁾ (1930) che esplicita un modello di vuoto, concepito pieno, cioè come un

(31) Fisico teorico ungherese, premio Nobel per la fisica 1963, (1902–1995).

(32) Paul Dirac, fisico britannico, (1902–1984).