

DUE PERCORSI ILLUMINANTI TRA LE CARTE DI AVOGADRO

Marco Taddia

Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"

Università di Bologna

marco.taddia@unibo.it

Chiunque abbia un minimo di cultura scientifica ha sentito parlare di Avogadro benché l'esatta formulazione della sua celebre "ipotesi" sia ignorata perfino da molti chimici. Anche il complesso della sua opera, ritenuta meramente speculativa, è misconosciuto. I due volumi di cui si parla in questo articolo restituiscono un quadro degli interessi di Avogadro più fedele all'originale.



Fig. 1 - Amedeo Avogadro (1756-1856)

Amedeo Avogadro (Torino, 1756-1856) (Fig. 1), è l'unico scienziato italiano al quale è intitolata una delle costanti fisiche fondamentali che il CODATA (Committee on Data for Science and Technology) ha incluso nell'elenco aggiornato al 2014 [1]. Com'è noto, la costante di Avogadro rappresenta il numero di entità elementari (molecole, atomi, ioni, elettroni o altre particelle e loro gruppi) presenti in una mole di sostanza. Il suo valore, espresso in forma concisa, con la deviazione standard stimata, ammonta a $6,022\,140\,857(74) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ [1]. In termini generali [2], si tratta di una costante di proporzionalità universale, simbolo N_A o L , che mette in relazione $N(X)$, il numero di entità X in un campione specificato, con $n(X)$ ovvero la quantità di sostanza di entità X nello stesso campione

$$n(X) = N(X)/N_A.$$

Poiché $N(X)$ è adimensionale e $n(X)$, nel sistema SI, è espresso in mol, la costante di Avogadro è coerentemente espressa in mol^{-1} . A ben pensarci, allo scienziato piemontese è stato tributato un onore eccezionale anche se non fu lui a determinarne il valore, ma fu necessario giungere al 1908 per avere i primi risultati sperimentali di Jean Perrin (1870-1942) (Fig. 2), successivamente perfezionati fino all'attuale.



Fig. 2 - Jean Perrin (1870-1942)

Il riconoscimento ad Avogadro è meritato perché fu grazie ai suoi studi [3] che si arrivò successivamente alla cruciale distinzione fra atomi e molecole, specialmente ad opera di Stanislao Cannizzaro (Palermo, 1826 - Roma, 1910) [4]. Si capisce pertanto che, in genere, siano loro due gli unici italiani citati nei testi basilari di chimica generale, anche di autori extra-europei. Purtroppo, nonostante le numerose citazioni, in tanti fanno un po' di confusione, sia in merito ai termini precisi dell'ipotesi di Avogadro che alle sue presunte formule chimiche. Per fare un po' di chiarezza è utile il lavoro di Moretti e Ciardi [5], recentemente

pubblicato su *CnS-La Chimica nella Scuola*, dal titolo significativo “Avogadro non ha mai scritto H_2O né altre formule chimiche!”.

Avogadro fu soprattutto un fisico. Sull’evoluzione del suo pensiero avevano influito i risultati sperimentali ottenuti dal francese Joseph L. Gay-Lussac (1778-1850) [6]. Nel 1809 Avogadro era professore di filosofia positiva (matematica e fisica) nel R. Collegio di Vercelli. Il 14 luglio 1811 il prestigioso *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle* pubblicò il suo *Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons* [3]. Qui scrisse: “Bisogna dunque ammettere che vi siano anche dei rapporti molto semplici fra i volumi delle sostanze gassose, e il numero delle molecole semplici o complesse che li formano. A questo proposito l’ipotesi che ci si presenta a questo riguardo e che sembrerebbe essere la sola ammissibile, è di supporre che in qualunque gas il numero delle molecole integranti è sempre lo stesso a volume uguale, o è sempre proporzionale ai volumi” [3]. Come si vede, alla fine si parla di molecole integranti, concetto da chiarire [5]. Tre anni dopo Avogadro, a conclusioni simili giunse anche il francese André-Marie Ampère (1755-1836). La sua ipotesi, anch’essa diretta a spiegare i risultati di Gay-Lussac, è contenuta in una lettera a Berthollet pubblicata sulle *Annales* [7].

Le ipotesi di Avogadro e Ampère conquistarono una certa notorietà negli ambienti scientifici e vennero discusse, ma non portarono a sciogliere i nodi più controversi della chimica. Un contributo energico e risolutore venne, come si diceva, da Cannizzaro, il quale espose le proprie idee al Primo Congresso Internazionale dei Chimici che si tenne a Karlsruhe (Germania) dal 3 al 5 settembre 1860. Il Congresso si proponeva, tra l’altro, di porre fine allo stato di incertezza derivante dai contrasti fra le teorie chimiche in circolazione, così Cannizzaro si rifece apertamente all’ipotesi di Avogadro e di Ampère ed espose un’interpretazione che riscosse un consenso generalizzato [4].

È evidente da quanto esposto che la “vera” ipotesi di Avogadro è un po’ diversa da quella riportata in maniera semplificata dalla maggior parte dei manuali didattici. Ciò deriva dal fatto che pochi in Italia e all’estero leggono i testi originali degli autori che citano.

Talune biografie di Avogadro [8] preferiscono invece riportare il nome completo e relativo titolo nobiliare del Nostro: Lorenzo Romano Amedeo Carlo, conte di Quaregna e Cerreto. A proposito del titolo di Conte, che Amedeo ereditò alla morte del fratello primogenito Giuseppe Antonio (1774-1842), forse non

importava più di tanto nemmeno all’interessato, sentito il tono con cui ne parlò in un lettera ad Antonio Lombardi, segretario dell’Accademia delle Scienze di Torino e datata 2 settembre 1843. Amedeo gli aveva spedito un manoscritto da pubblicare nelle Memorie dell’Accademia delle Scienze e gli ricordava, tra l’altro, che poteva continuare a citarlo nella stampa come “Cavaliere” anche se, aggiungeva, quello di Conte “è ora quello che mi si dà”. La lettera è inclusa nella prima raccolta della corrispondenza di Avogadro, curata da Marco Ciardi e Mariachiara Di Matteo, appena uscita nella collana “Scritti e documenti” dell’Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL [9] (Fig. 3). La raccolta riunisce quelle già pubblicate (Guareschi, Marino-Bettòlo e altri) insieme a molte nuove, emerse in anni più recenti. La fedele trascrizione delle lettere è preceduta da un’esauriente introduzione e arricchita da utili note.

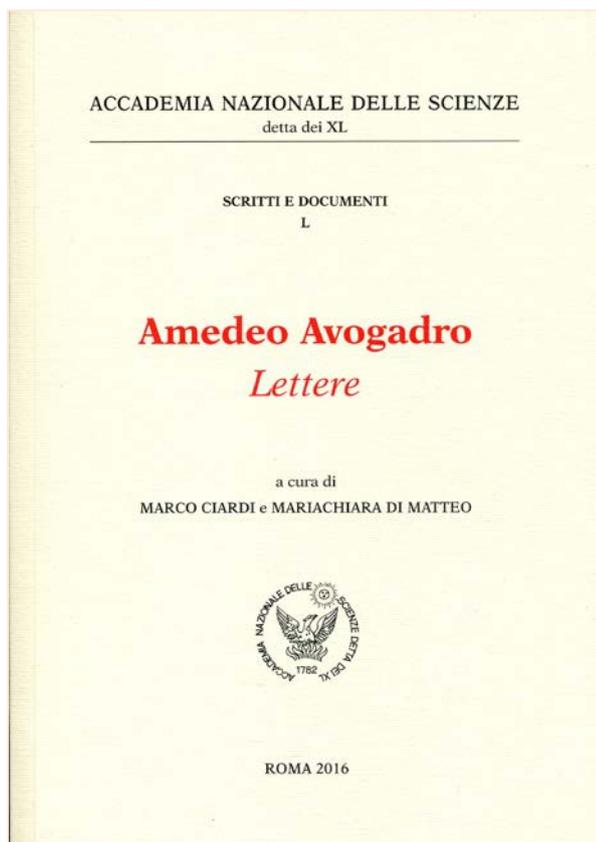


Fig. 3 - Avogadro: Lettere

Questo lavoro si aggiunge ai numerosi saggi e ai libri che Ciardi ha dedicato ad Avogadro, con impegno e una passione esemplare, in un itinerario di studi serio e continuativo [10-12].

Si può dire che è proprio grazie a lui e ai suoi collaboratori che, negli ultimi vent'anni, la conoscenza di Avogadro è sensibilmente progredita in Italia.

Le lettere di Avogadro costituiscono una testimonianza preziosa del contesto scientifico, umano e relazionale in cui maturarono idee così importanti nella storia della scienza. Testimoniano dei suoi rapporti con altri illustri personaggi del suo tempo, italiani (Brugnatelli, Matteucci, Mossotti, Sobrero) e d'Oltralpe (De La Rive, De Saussure, Faraday).

Non manca qualche curiosità che rivela tratti del carattere di Avogadro, meno "controllato" di quanto ci si aspetterebbe dallo stile prevalente nelle lettere. Nell'ambito dell'Accademia, Avogadro svolgeva un ruolo di consulenza tecnico-scientifica. In occasione del concorso "Pillet-Will", che doveva premiare quattro lavori aventi come tema l'introduzione allo studio della chimica, della fisica, dell'astronomia Avogadro espresse un parere piuttosto *tranchant* su uno di essi: "l'opuscolo portante l'epigrafe *Sempre abbisogna...* non è che un complesso di sciocaggini e di stravaganze che indicano nel suo autore una compiuta aberrazione di mente" [9].



Sorprende la ruvida schiettezza del Commissario Avogadro che contrasta un po', a dire il vero, con lo stile compito delle altre lettere. Per la cronaca, l'unico vincitore del concorso fu Francesco Selmi (1817-1881), il quale aveva presentato un elaborato di introduzione alla chimica [13].

A parte queste curiosità, che possono divertire il lettore, ce ne sono altre di particolare importanza storica, utili non solo per inquadrare correttamente l'opera del "fisico sublime" ma anche lo sviluppo scientifico e tecnologico del Regno di Sardegna. Ricordiamo che nel 1816, quando il Re Vittorio Emanuele I istituì a Torino la cattedra di fisica sublime (fisica matematica), Avogadro fu chiamato ad occuparla su proposta di Prospero Balbo (1762-1837) (Fig. 4), Presidente dell'Accademia di Torino, e la tenne sino alla fine del 1822, quando fu soppressa a seguito dei moti del 1821.

Fig. 4 - Prospero Balbo (1762-1837)

Esisteva uno stretto rapporto d'intenti e una reciproca stima tra Balbo ed Avogadro. Questi, come scrive in una lettera dell'autunno 1819 [9], quando Balbo era già Ministro della Pubblica Istruzione, ne apprezzava il pensiero "tendente al nobilissimo scopo di mettere questo nostro paese al livello delle cognizioni più esatte che si vanno di giorno in giorno propagando negli altri paesi d'Europa, nelle scienze naturali". La lettera riguarda l'allestimento del nuovo gabinetto di fisica, da anettere alla sua cattedra, in cui "si potessero almeno ripetere tutte le esperienze più recenti, ed anche, se fosse possibile, ampliarle e perfezionarle, ed aggiungere qualcosa di nuovo ai loro risultati, se non trovarne di nuovi". Il progetto di Avogadro si estendeva all'organizzazione, al personale, al bilancio e anche alla pubblicazione di un giornale quale veicolo di pubblicazione delle ricerche svolte. Dalla lettera trapela un ardente impegno e un vivo fervore per l'impresa, che però non soverchia la modestia dello scienziato il quale offre la sua "tenue opera" per la realizzazione dell'obiettivo, senza perderne di vista gli aspetti e le difficoltà pratiche. Comprendiamo allora che Avogadro era uno scienziato capace di rapportarsi con intelligente realismo e concretezza al mondo circostante.

Sulla base dei contenuti del secondo volume, curato anch'esso da Ciardi e Di Matteo, "Amedeo Avogadro - Relazioni Accademiche" [14] (Fig. 5), si può aggiungere che gli stava particolarmente a cuore lo sviluppo tecnologico in tutte le sue manifestazioni. Il canale operativo era l'Accademia delle Scienze di Torino di cui egli fu membro dal 1819. L'attività istituzionale dell'Accademia comprendeva l'analisi delle richieste di "privilegio", assimilabili agli attuali brevetti. Nel momento in cui Avogadro era entrato in Accademia la situazione era simile a quella della Francia pre-rivoluzionaria dove era prassi rivolgersi all'Académie des Sciences per avere un parere sulla bontà della richiesta. Le cose cambiarono nel 1791, poi ancora con

Napoleone, per tornare, con la Restaurazione, alla situazione originaria. Nel maggio 1825 una Commissione di Accademici, comprendente Avogadro, presentò un documento per riordinare la materia; il 28 febbraio 1826 l'Accademia ebbe a disposizione il regolamento su cui basare i propri giudizi. Le domande di privilegio riguardavano il settore tessile e delle tinture, i mulini, i trasporti, le comunicazioni, l'illuminazione, la stampa e i processi chimici in generale.



Il volume raccoglie non solo i pareri che portano la firma di Avogadro e colleghi incaricati su 55 domande di privilegio, ma anche i 20 pareri sulle memorie che aspiravano alla pubblicazione e 6 altri su questioni diverse. A proposito di chimica, ad esempio, è interessante il parere sul procedimento attribuito a tal Lorel che il sig. Guillaume desiderava introdurre nei Regii Stati per preservare il ferro e l'acciaio dalla ruggine [14]. La questione andava per le lunghe e solo dopo che l'interessato si era premurato di inviare agli accademici "diversi pezzi di ferro, come lastre, chiodi, viti ecc. intonacati di zinco" ed esposti alle intemperie, i saggi deputati (Avogadro, Giuseppe Lavini, Vittorio Michelotti) decidevano di concedere la richiesta di privilegio per anni 15, chiarendo però che non si doveva parlare di "galvanizzazione" del ferro. Parimenti, un trattamento con altro metallo per preservare il rame dall'ossidazione e mantenerlo lucido non fu approvato perché mancavano i campioni che provavano l'efficacia.

Fig. 5 - Avogadro: Relazioni

Tra le curiosità che dimostrano le vastità delle competenze di Avogadro citiamo il parere (positivo) sulla domanda del Sig. Dentis di vedersi riconosciuto il privilegio per la formazione ed applicazione di un mastice di sua invenzione, con vernice. Anche in questo caso la Commissione aveva non solo esaminato i campioni di prova ma si era spinta anche ad esaminare gli effetti dell'acqua sul mastice verniciato e non verniciato, concludendo che solo nel primo caso esso non veniva intaccato [14].

Una domanda respinta fu quella presentata dal Maggiore Ponzio per una "macchina atta a trasmettere alle case l'aria riscaldata nell'inverno, e aria fresca nella State". Pur non avendo nulla da obiettare sul piano teorico, i Commissari Avogadro e Giacinto Carena (1778-1859), criticarono soprattutto il fatto che il richiedente non avesse istituito "esperienze in piccolo di un simile sistema di distribuzione del calore" [14].

Tra i pareri relativi alle memorie che aspiravano alla pubblicazione spicca, per severità di espressioni, quella redatta insieme al fisico G.D. Botto (1791-1865) in merito a un lavoro di Luigi Brenta intitolato "Cosa sia la luce, il vedere, lo spettro solare ecc." [14]. L'autore è accusato di non presentare alcun fatto nuovo e, nel contempo, di esprimere idee "ipotetiche a lui proprie ma vaghe incoerenti, e che in parte non pajono differire da quelle generalmente ammesse". I due referee scrivevano inoltre: "Queste idee sono altronde confusamente proposte, e annegate in un profluvio di parole inutili e insignificanti, cosicché non si potrebbero nemmeno confutare in una maniera precisa, quando ne valessero la pena".

In conclusione, da questi due volumi emerge il profilo di uno scienziato assai rigoroso cui si deve non solo un contributo teorico di carattere fondamentale ma anche una molteplicità di competenze che, per certi versi, può apparire inaspettata. A ciò si associavano la cura per la ricerca e l'impegno per il trasferimento tecnologico, due fattori che non vanno trascurati perché concorrono tuttora allo sviluppo industriale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/pml/div684/fcdc/wall2014.pdf> (29/11/2016).
- [2] SI Brochure: The International System of Units (SI) [8th edition, 2006; updated in 2014], Sect. 2.1.1.6 <http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/mole.html> (02/12/2016).
- [3] A. Avogadro, *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, 1811, **73**, 58.

- [4] M. Taddia, Paradigmi, teorie e personaggi della chimica nell'Ottocento, in E. Mesini e D. Mirri (a cura di), *Scienza e tecnica nel Settecento e nell'Ottocento - La rivoluzione industriale vista dagli ingegneri*, CLUEB, Bologna, 2012, pp. 139-164.
- [5] G. Moretti, e M. Ciardi, *CnS-La chimica nella scuola*, 2016, **38**(3), 11.
- [6] M. Taddia, *La Chimica e l'Industria*, 2007, **89**(6), 142.
- [7] A. M. Ampère, *Annales de chimie*, 1814, **90**(1), 43.
- [8] <https://www.britannica.com/biography/Amedeo-Avogadro>
- [9] M. Ciardi, M. Di Matteo (a cura di), *Amedeo Avogadro - Lettere*, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Roma, 2016, pp. 78, 94, 39-42.
- [10] M. Ciardi, *L'atomo fantasma. Genesi storica dell'ipotesi di Avogadro*, Olschki, Firenze, 1995.
- [11] M. Ciardi, *La fine dei privilegi. Scienze fisiche, tecnologia e istituzioni scientifiche sabaude nel Risorgimento*, Olschki, Firenze, 1999.
- [12] M. Ciardi, *Amedeo Avogadro. Una politica per la scienza*, Carocci, Roma, 2006.
- [13] M. Ciardi, *Nuncius*, 2000, **15**, 741.
- [14] M. Ciardi, M. Di Matteo (a cura di), *Amedeo Avogadro - Relazioni Accademiche*, Accademia delle Scienze di Torino, Olschki, Firenze, 2016, pp. 56-57, 14-15, 79-81, 105.