



Marco Ciardi

Dipartimento di Lettere e Filosofia

Università di Firenze

marco.ciardi@unifi.it

OLTRE L'IPOTESI. AVOGADRO SCIENZIATO DEL SUO TEMPO

Quest'anno ricorre il 250° anniversario della nascita di Amedeo Avogadro. Nell'articolo viene tracciata una sintesi della sua carriera sulla base delle ricerche storiche più aggiornate e documentate degli ultimi anni, inclusa una recentissima biografia a lui dedicata.

Il 9 agosto 1776 veniva alla luce a Torino, in quel momento capitale del Regno di Sardegna, Amedeo Avogadro (Fig. 1). Quest'anno, dunque, ricorre il 250° anniversario della nascita dello scienziato piemontese. Come in occasione di altre ricorrenze, anche per questa sono previste numerose iniziative allo scopo di celebrare il nome di un personaggio conosciuto da tutti, essendo legato alla celebre “legge” e al “numero” ad essa associato, la costante fondamentale pari a circa $6,022 \times 10^{23}$. Un numero che, è bene ricordarlo, Avogadro non ha mai formulato.

Si segnalano, fra i vari eventi, due convegni, il primo organizzato presso l'Accademia dei Lincei a Roma il 28 maggio (<https://www.linnei.it/it/manifestazioni/avogadro-e-canizzaro-tra-intuizione-e-sistemizzazione-nascita-e-sviluppo-della>), l'altro all'Accademia delle Scienze di Torino il 13 ottobre (<https://www.accademiadelle scienze.it/iniziative/2026/avogadro-scientiato-moderno-a-250-anni-dalla-nascita>). Altre iniziative sono annunciate nei luoghi originari della famiglia Avogadro, Quaregna, Biella e Vercelli, oltre a numerosi incontri e iniziative in tutta Italia.

Per l'occasione, inoltre, lo scrivente ha realizzato una nuova e più completa biografia di Avogadro [1], rispetto a quella pubblicata nel 2006 [2],

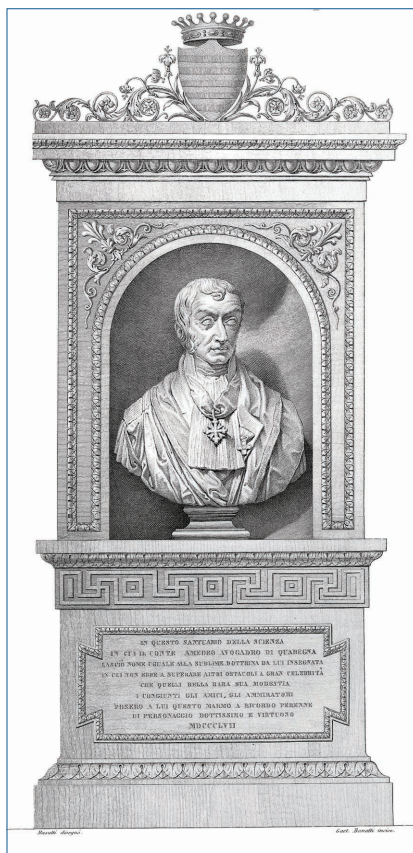


Fig. 1 - Busto di Avogadro realizzato nel 1857

in occasione del 150° anniversario della morte (avvenuta il 9 luglio 1856, sempre a Torino). Vent'anni fa, grazie all'iniziativa dell'Accademia delle Scienze di Torino, in collaborazione con l'Università degli Studi del Piemonte Orientale (che non a caso porta il nome “Amedeo Avogadro”) fu organizzato un convegno di studi che, messa da parte ogni velleità celebrativa, fu costruito con lo specifico obiettivo di mettere in luce ed analizzare aspetti inediti o poco conosciuti dell'opera di Avogadro, in modo da ampliarne la conoscenza sotto il profilo strettamente storico e scientifico [3]. Vennero realizzate inoltre altre iniziative, fra cui l'edizione dei manoscritti giovanili conservati all'Accademia di Torino [4] la *Biblioteca Digitale* di Amedeo Avogadro, tutt'ora in continua implementazione, che oltre all'Accademia, vide tra i suoi promotori il Museo Galileo di Firenze, presso il cui sito la biblioteca è consultabi-

le (<https://www.museogalileo.it/it/attivita/news/nuova-edizione-della-biblioteca-digitale-amedeo-avogadro.html>), e dove si possono trovare tutte le pubblicazioni a stampa di Avogadro e l'intera collezione dei suoi manoscritti, conservati in gran parte presso la Biblioteca Civica di Torino (<https://bct.comune.torino.it/manoscritti/autografi-di-amedeo-avogadro-1776-1856-manoscritti-auto>



grafi-di-scienze-fisiche). Fra le celebrazioni più importanti dedicate ad Avogadro, corre l'obbligo quindi di ricordare quelle del 1911, 1956 e 2011 [5,6]. L'origine del cognome Avogadro risale al Medioevo ed è legato all'esercizio della professione di avvocato. Fedele al destino scritto nel proprio cognome, anche Amedeo intraprese il percorso universitario in giurisprudenza. Del resto, il padre Filippo, conte di Quaregna e Cerreto, era uno dei più importanti giuristi e politici del Regno. La madre, Anna Vercellone, originaria di Biella, era invece figlia di un conte. Amedeo si laureò in legge a vent'anni in Diritto civile e canonico. Quindi cominciò a studiare le materie scientifiche per interesse personale. Come altri giovani del suo tempo, Avogadro rimase colpito dall'invenzione della pila di Alessandro Volta. Decise così di iniziare a studiare i fenomeni elettrici, prima come autodidatta, poi seguendo le lezioni di Fisica sperimentale di un eminente scienziato torinese, l'abate Anton Maria Vassalli Eandi.

Nel settembre del 1803 Amedeo presentò all'Accademia delle Scienze di Torino, un manoscritto intitolato *Essai analytique sur l'électricité* (Fig. 2). L'opera, dedicata all'esame della storia dell'elettrologia nella seconda metà del XVIII secolo, offriva un contributo originale alla trattazione dei problemi relativi alla natura elettrica degli isolanti, giungendo a delineare chiaramente il fenomeno della polarizzazione del dielettrico. Come era previsto dalle procedure dell'Accademia, il manoscritto venne esaminato da alcuni commissari che, pur elogiando lo sviluppo teorico del saggio, espressero l'auspicio che le ipotesi formulate fossero verificate con esperimenti. L'anno successivo, comunque, Avogadro fu nominato socio corrispondente dell'Accademia.

Nel dicembre del 1804 Avogadro presentò all'Accademia un'altra memoria, questa volta di argomento chimico, dal titolo *Considérations sur la nature des substances connues sous le nom de sels métalliques*, che ricevette le

stesse critiche del precedente. E questo nonostante il lavoro affrontasse, in maniera certo non banale, una delle questioni centrali e non risolte della teoria di Lavoisier, quella del comportamento dell'acido muriatico, tema certo non estraneo a Giovanni Antonio Giobert, al quale venne affidato l'esame della memoria, dal momento che il chimico piemontese era stato uno degli artefici della nuova chimica in Italia.

Nonostante questi insuccessi, la carriera istituzionale di Avogadro continuò a progredire, grazie all'interessamento di Prospero Balbo, politico e uomo di cultura di notevole spessore, che nel 1805 ottenne da Napoleone l'incarico di rettore dell'Università. Nel 1807 Avogadro venne nominato 'ripetitore' (una sorta di assistente) in Fisica presso il Collegio delle Provincie. In quel periodo riuscì anche a far pubblicare l'*Essai analytique*, in due parti separate, sulla prestigiosa rivista francese "*Journal de Physique*", diretta dal naturalista Jean-Claude Delamétherie. Pezzi rilevanti dell'articolo vennero tradotti sia in inglese che in tedesco, a dimostrazione dell'importanza dell'argomento trattato. Nel luglio del 1808, quindi, Avogadro presentò all'Accademia di Torino un lavoro dedicato allo studio delle relazioni tra luce, gas e materia, che traeva ispirazione da un'importante ricerca di Jean-Baptiste Biot e François Arago. Anche in questo caso

gli accademici produssero un giudizio in linea con quello riservato ai precedenti manoscritti.

Nel frattempo, mentre l'Accademia continuava a rifiutare i lavori di Avogadro, il *Journal de Physique* continuava a pubblicare i suoi articoli. Nel luglio del 1809 era la volta di una nuova ed originale memoria intitolata *Idées sur l'acidité et l'alcalinité*, nella quale Avogadro enunciava il principio di relatività delle proprietà acide e basiche delle sostanze. Nell'ottobre del 1809 ricevette quindi l'incarico di professore di Fisica presso il Collegio di Vercelli, ove insegnò fino al 1819. Da Vercelli Avogadro inviò una nuova memoria all'Accademia, concernen-

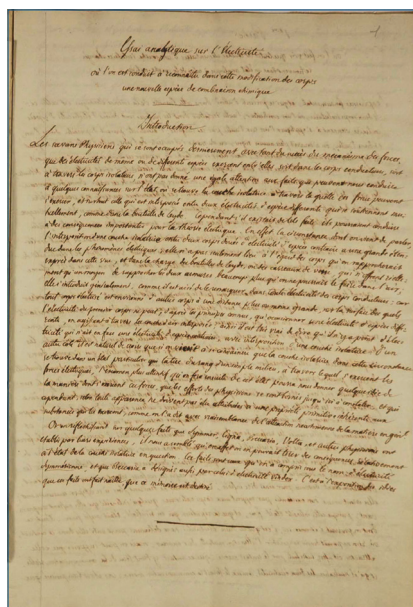


Fig. 2 - Primo foglio dell'*Essai analytique sur l'électricité*

te alcuni problemi di elettrologia sollevati dalle ricerche di Coulomb. Il manoscritto conteneva molti elementi di originalità, tanto da mettere in discussione lo stesso modello newtoniano di forze agenti a distanza in linea retta. Ma, anche in questo caso, il manoscritto non venne accettato per la pubblicazione. Il periodo di Vercelli rappresentò tuttavia un momento fondamentale nella produzione scientifica di Avogadro, perché fu proprio in quel momento che arrivò alla formulazione della famosa ipotesi: “volumi uguali di gas diversi, nelle stesse condizioni di temperatura e pressione, contengono lo stesso numero di particelle”.

Alla fine del Settecento, grazie all'opera di Lavoisier, la chimica riuscì in pochi anni a compiere un rapido progresso, portando all'enunciazione di importanti generalizzazioni, come la legge delle proporzioni definite di Joseph-Louis Proust: in ogni sostanza composta le quantità in peso dei componenti si trovano in un rapporto ben definito e costante. All'inizio dell'Ottocento, il fisico inglese John Dalton immaginò che la regolarità delle proporzioni nelle combinazioni chimiche fosse dovuta all'esistenza degli atomi. Dalton formulò così la legge delle proporzioni multiple: quando due elementi formano più composti, le diverse masse stanno tra loro in un rapporto espresso da numeri interi e generalmente piccoli. La teoria di Dalton non fu tuttavia accolta in Europa con favore. L'atomismo era una dottrina ancora difficile da accettare per molti scienziati.

Nel 1809 Joseph-Louis Gay-Lussac presentò i risultati di una ricerca sul comportamento dei gas, dimostrando che tutte le reazioni fra volumi gassosi possono essere espresse, a parità di temperatura e pressione, secondo numeri piccoli ed interi. È la legge sulla combinazione dei volumi gassosi. Gay-Lussac, però, non interpretò la sua scoperta in senso atomistico, proprio per la difficoltà a credere nell'esistenza di particelle ultime ed indivisibili. Dal canto suo, Dalton rifiutò i dati di Gay-Lussac, perché mettevano in discussione il dogma dell'indivisibilità degli atomi, partendo dal caso più eclatante, quello dell'acqua. È a questo

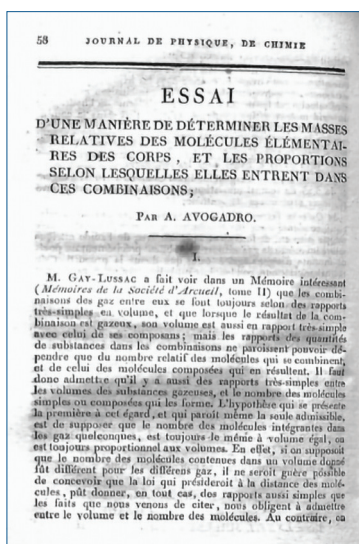


Fig. 3 - Incipit dell'*Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules des corps*

punto che assistiamo all'entrata in scena di Avogadro. Interpretando in senso strumentale la teoria atomica di John Dalton e applicandola alla legge sui volumi gassosi di Gay-Lussac, Avogadro riuscì a costruire un modello (sostanzialmente di natura matematica), che consentiva di calcolare i pesi molecolari delle diverse sostanze allo stato aeriforme. L'ipotesi di Avogadro venne esposta in due memorie pubblicate sul «*Journal de Physique*». La prima, il celebre *Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules des corps*, apparve nel luglio del 1811 ([https://bibdi-gtematiche.museogalileo.it/Avogadro/index.php/esplora/albero/](https://bibdi-gtematiche.museogalileo.it/Avogadro/index.php/esplora/albero/opere/186548/186548)

[opere/186548/186548](https://bibdi-gtematiche.museogalileo.it/Avogadro/index.php/esplora/albero/opere/186548/186548)) (Fig. 3). La stesura della seconda memoria occupò Avogadro per tutto il 1813 e fu consegnata al «*Journal*» nel gennaio del 1814. In queste memorie Avogadro non distinse ancora chiaramente i concetti di atomo e molecola, e non scrisse la formula dell'acqua, la celeberrima H_2O , come è stato talvolta raccontato. Ma la sua opera pose le basi per il raggiungimento di questi risultati e la fondazione della moderna teoria atomica, che sarà messa a punto nei decenni successivi grazie a una lunga serie di riflessioni teoriche e risultati sperimentali.

Nel frattempo, durante l'inverno del 1813 iniziarono a diffondersi anche in Piemonte le prime notizie sulla disfatta di Napoleone in Russia. Dopo l'abdicazione dell'Imperatore a Fontainebleau, il 6 maggio dell'anno seguente, si crearono così le premesse per il ritorno dei Savoia in patria. Vittorio Emanuele I, proveniente da Cagliari, dopo essere sbarcato a Genova giunse a Torino il 20 maggio. Il giorno successivo emanò un decreto che sanciva l'abolizione di tutte le leggi e le istituzioni del periodo napoleonico. I primi anni del regime di Vittorio Emanuele I videro tornare alla ribalta le forze conservatrici, la cui politica investì direttamente anche il ruolo istituzionale e culturale del sapere scientifico. Prospero Balbo continuò comunque ad appoggiare la carriera scientifica di Avogadro. Nel 1819, una volta diventato Ministro degli Interni del Regno di Sardegna, Balbo riuscì a far arrivare Avogadro



all'Università di Torino, creando per lui la cattedra Fisica sublime, una disciplina che oggi potremmo equiparare alla fisica teorica. Assieme alla cattedra avrebbe dovuto essere realizzato un nuovo laboratorio, all'avanguardia, per studiare i fenomeni termici e gassosi. Ma tale laboratorio non vedrà mai la luce, né in quel momento né nei decenni successivi. Il trasferimento a Torino consentì inoltre ad Avogadro di essere eletto membro residente dell'Accademia delle Scienze, il 21 novembre 1819. Il 10 dicembre dell'anno successivo il fisico piemontese partecipò alla sua prima riunione e nella successiva, il 24 dicembre, presentò la prima parte della più imponente delle sue memorie di chimica, dal titolo *Nouvelles considérations sur la théorie des proportions déterminées dans les combinaisons, et sur la détermination des masses des molécules des corps*, la cui lettura fu terminata nell'adunanza successiva, quella dell'11 febbraio 1821, alla vigilia di una serie di eventi drammatici per il Regno di Sardegna. Già gli sviluppi della rivoluzione napoletana del 1820 e l'atteggiamento delle potenze della Santa Alleanza stavano preoccupando non poco gli ambienti monarchici e i settori più conservatori della politica piemontese. Tale situazione iniziò a mettere in seria difficoltà il programma di riforme pensato da Balbo. I moti del marzo 1821 dettero a tale programma il colpo decisivo. L'Università, fu definitivamente chiusa per un anno a partire dal 15 settembre 1821 e tutti gli esami sostenuti dopo il 12 marzo vennero annullati. Del resto Carlo Felice riteneva che l'Università fosse stata uno dei centri politici della rivoluzione. Numerosi professori vennero messi sotto inchiesta e i nuovi insegnamenti voluti da Balbo, in quanto segno di cambiamento, vennero soppressi. La decisione di sospendere la cattedra di Fisica sublime fu presa il 23 luglio 1822. Con la soppressione della cattedra si stabilì che Avogadro disponesse di una pensione di 600 lire, fino a che non fosse stato destinato ad altra occupazione. Nel corso del 1823 il fisico venne nominato Mastro Uditore presso la Reale Camera de'

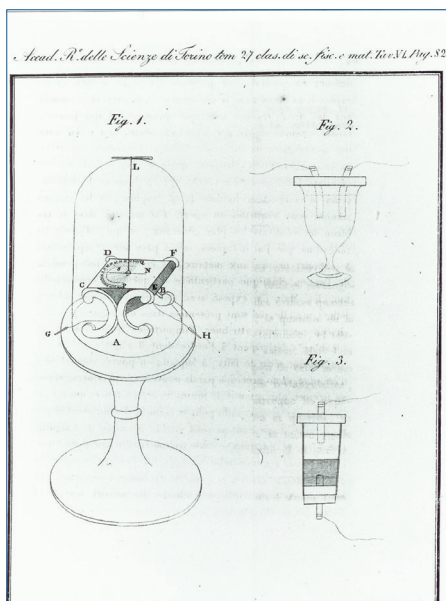


Fig. 4 - Il voltmetro moltiplicatore

Conti di Torino, tornando così a ricoprire un impiego di carattere giuridico ed amministrativo. La perdita della cattedra non impedì comunque ad Avogadro di indirizzare le proprie indagini scientifiche in un senso più strettamente sperimentale.

Fondamentali furono quelle di elettrochimica ed elettromagnetismo svolte assieme a Vittorio Michelotti, grazie ad una collaborazione favorita dall'appartenenza dei due scienziati all'Accademia delle Scienze di Torino, che portarono Avogadro alla costruzione di un innovativo strumento di misurazione, il cosiddetto "voltmetro moltiplicatore"

(Fig. 4), la cui importanza venne immediatamente riconosciuta a livello internazionale da figure del calibro di Oersted e Thénard. Successivamente, Avogadro costruì anche strumenti per la misurazione del calore specifico dei corpi. Le ricerche in questo settore contribuirono ad accrescere la sua fama a livello internazionale. Per l'Accademia delle Scienze di Torino, inoltre, esaminerà quasi 150 richieste di brevetti sulle questioni più disparate, dalle macchine per migliorare la filatura della seta ai torchi meccanici per la stampa, dagli apparecchi aerostatici ai battelli a vapore [7].

L'occasione di tornare all'insegnamento universitario si profilò con l'avvento di Carlo Alberto, il quale, una volta salito al trono cercò di avviare un processo di rinnovamento dell'Università, istituendo cattedre e nominando studiosi di riconosciuta fama istituzionale. Fu così che nel gennaio del 1832 il re assegnò al famoso matematico Augustin-Louis Cauchy la reintegrata cattedra di fisica sublime. Cauchy, tuttavia, non ebbe vita facile a Torino, soprattutto a causa dell'opposizione degli accademici torinesi, che non vedevano di buon occhio i suoi nuovi metodi matematici, contrapposti a quelli del grande Lagrange. Nel luglio 1833 Cauchy lasciò Torino per trasferirsi a Praga. Ciò permise ad Avogadro di tornare a ricoprire la cattedra che era stata creata da Balbo appositamente per lui, appoggiato in questo dal parere favorevole di gran parte della comunità scientifica sabauda. Avoga-

dro nutriva da sempre un particolare interesse per il problema della diffusione del sapere scientifico, in relazione alla preparazione di base degli alunni delle scuole primarie e secondarie, preparazione che giudicava essenziale anche per educare ad una ricezione positiva dell'immagine della scienza e della tecnica. E in questo senso si svolse la sua attività all'Università a partire dal novembre 1834.

Fra il 1837 ed il 1841 il fisico sabaudo pubblicò un manuale universitario, finanziato dal re Carlo Alberto. Diviso in quattro volumi, e intitolato *Fisica de' corpi ponderabili*, il manuale non presentava gli elementi del sapere in maniera assiomatica, attraverso enunciati elementari, bensì facendo uso di una forma discorsiva e di ampi cenni storici, e descrivendo le ricerche in corso e le ipotesi alternative (Fig. 5). In questo modo Avogadro intendeva offrire un'immagine della ricerca scientifica aperta e non dogmatica; un'immagine che, del resto, riguardava il suo stesso modo di fare scienza. Avogadro non riuscì mai ad avere a disposizione strutture e finanziamenti tali da poter competere a livello internazionale, così come non riuscì mai a creare una scuola intorno a sé. I vecchi biografi di Avogadro hanno

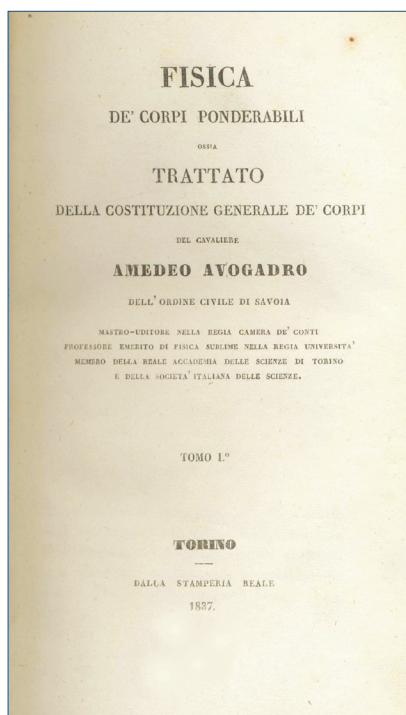


Fig. 5 - Frontespizio del primo volume della *Fisica de' corpi ponderabili*

spesso insistito sull'isolamento del fisico torinese, dovuto sia ad aspetti di natura caratteriale sia alla mancanza di contatti con la comunità scientifica internazionale. Ma i documenti non avvalorano queste ricostruzioni. Le ricerche di Avogadro, infatti, furono ben conosciute in Europa (inclusa l'ipotesi molecolare formulata nel 1811) ed il suo epistolario rivela contatti con personalità del calibro di Michael Faraday. Inoltre, l'attività di Avogadro si svolse a tutto campo. Fu, tra le altre cose, membro del Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione e della Commissione Superiore di Statistica, per quale effettuò numerose ricerche in campo meteorologico, socio corrispondente della Reale Società di Agricoltura, nonché uno dei protagonisti della revisione del sistema

di pesi e misure nel Regno di Sardegna. Non molto tempo dopo la morte di Avogadro (avvenuta a Torino il 9 luglio 1856 [8]), al celebre primo congresso internazionale di chimica, che si svolse a Karlsruhe in Germania nel settembre del 1860, la sua ipotesi formulata nel 1811, iniziò finalmente a diventare, grazie all'interpretazione che ne dette Stanislao Cannizzaro, un principio riconosciuto dalla comunità scientifica internazionale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Ciardi, Amedeo Avogadro, Roma, Salerno Editrice, 2026
- [2] M. Ciardi, Amedeo Avogadro. Una politica per la scienza, Roma, Carocci, 2006.
- [3] Il fisico sublime. Amedeo Avogadro e la cultura scientifica del primo Ottocento, a cura di M. Ciardi, Bologna, Il Mulino, 2007.
- [4] Tre manoscritti inediti, a cura di M. Ciardi, Firenze, Olschki, 2006.
- [5] Relazioni accademiche, a cura di M. Ciardi, M. Di Matteo, Firenze, Olschki, 2016.
- [6] 'Inaugurandosi il 29 novembre 1857 nella Regia Università di Torino il monumento del Conte Amedeo Avogadro di Quaregna': parole del conte Filiberto Avogadro di Collobiano,

presidente del Comitato e del professore Felice Chiò, Torino, Stamperia Reale, 1857.

- [7] Onoranze centenarie ed internazionali ad Amedeo Avogadro, Torino, Utet, 1911.
- [8] A duecento anni dall'ipotesi di Amedeo Avogadro, Torino, Accademia delle Scienze, 2013.

Beyond the Hypothesis.

Avogadro: a Scientist of his Time

This year marks the 250th anniversary of Amedeo Avogadro's birth. This article summarises his career, drawing on the most up-to-date and well-documented historical research of recent years, including a biography published very recently.