POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Giuseppe Domenico Botto e la sua collaborazione con Amedeo Avogadro

Original
Giuseppe Domenico Botto e la sua collaborazione con Amedeo Avogadro / Sparavigna, A.C.. - ELETTRONICO. - (2016).

Availability:
This version is available at: 11583/2695708 since: 2017-12-29T09:00:24Z

Publisher:
Archive ouverte HAL

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

11 November 2026

HAL
archives-ouvertes.fr

Giuseppe Domenico Botto e la sua collaborazione con Amedeo Avogadro

Amelia Carolina Sparavigna

▶ **To cite this version:**

Amelia Carolina Sparavigna. Giuseppe Domenico Botto e la sua collaborazione con Amedeo Avogadro. 2016. <hal-01389149>

HAL Id: hal-01389149
https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01389149

Submitted on 28 Oct 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Giuseppe Domenico Botto e la sua collaborazione con Amedeo Avogadro

Amelia Carolina Sparavigna
Department of Applied Science and Technology, Politecnico di Torino

Abstract: Questo articolo parla di Giuseppe Domenico Botto, che fu professore di fisica presso l'università di Torino, e della sua collaborazione con Amedeo Avogadro. Lo studio di questa collaborazione mette in luce un aspetto poco noto di Avogadro, aspetto che riguarda la sua attività quale commissario per la valutazione di progetti e richieste di brevetti, che egli svolgeva presso l'Accademia delle Scienze di Torino. (Article in Italian)

Keywords: History of Science, History of Physics, Amedeo Avogadro.

Introduzione Questo articolo parla di Giuseppe Domenico Botto, che è stato professore di fisica presso l'università di Torino, e della sua collaborazione con il grande scienziato Amedeo Avogadro. E' interessante analizzare il tipo di collaborazione che questi due studiosi avevano, perché mette in luce un aspetto poco noto di Amedeo Avogadro, aspetto che riguarda la sua attività quale commissario per la valutazione di progetti e richieste di privilegi (i brevetti dell'epoca) relativi a nuove invenzioni da singoli o società, che venivano sottoposti alla valutazione dell'Accademia delle Scienze di Torino. Questa attività di Avogadro, come in generale quella dell'Accademia, è stata molto importante per lo sviluppo tecnologico della città di Torino.
Si inizierà col parlare di Giuseppe Domenico Botto, si passerà poi a discuterne la collaborazione con Avogadro ed infine si presenterà la commemorazione del grande scienziato che Botto tenne presso l'Accademia delle Scienze e che è pubblicata negli Atti del 1857. Dalla discussione dell'attività presso l'Accademia torinese e dal ritratto fattone da Botto, possiamo avere un quadro più completo della vita e delle opere di Amedeo Avogadro.

Giuseppe Domenico Botto è stato un fisico italiano (1791 – 1865). Era nato a Moneglia ed aveva studiato a Genova e all'École Polytechnique a Parigi. Diventato architetto, entrò nell'esercito raggiungendo il grado di capitano del Genio. Pare che, in qualche modo, egli avesse partecipato ai moti del marzo 1821, che videro la guarnigione di Alessandria, dove appunto prestava servizio Botto, schierarsi con gli insorti che chiedevano la costituzione e la liberazione di Milano dagli austriaci. Falliti questi moti, era stato costretto a lasciare l'esercito, dimissionato "senza l'uso dell'uniforme". Nominato dal re professore di Fisica a Torino nel 1828, la sua patente fu sospesa per pochi giorni, durante una indagine ministeriale che comunque appurò rapidamente la sua non compromissione nei fatti del 1821. Dal 1835, divenne socio dell'Accademia delle Scienze fino a quando si spense a Torino nel 1865 [1-3].
Numerose sono le sue ricerche relative ai fenomeni chimici, termici e magnetici legati alle correnti ed allo sviluppo di macchine e motori elettrici. Studiò, ad esempio, l'elettrolisi dell'acqua mediante un dispositivo che era un generatore manuale di scintille elettriche, utilizzato insieme alla "calamita elettrica", ideata da Leopoldo Nobili e Vincenzo Antinori sulla base della scoperte fatte da Michael Faraday nel 1831 [4]. Nel 1830 descrisse in una nota un prototipo di motore elettrico e ne pubblicò a Torino la descrizione dettagliata intorno al 1836, in una Memoria intitolata "Machine Loco-motive mise en mouvement par l'électro-magnétisme" [5]. In [1], si dice che un apparecchio, costruito sulla base di tal descrizione, era negli anni 1840 facente parte della collezione di strumenti scientifici dei granduchi di Toscana, collezione che si trova ora nel Museo Galileo di Firenze.
La passione di Botto per la fisica sperimentale e le macchine elettriche hanno anche fatto sì che la collezione di strumenti di fisica dell'Università sia oggi particolarmente ricca [6]. Gli strumenti più antichi derivano infatti dall'iniziativa di Botto, che nel 1829 ricevette trentamila lire che, in parte

spese per l'acquisto di nuovi dispositivi, ed in parte utilizzò per la costruzione di nuove macchine, scegliendo ottimi laboratori per la loro realizzazione. Il gabinetto di fisica torinese si portò quindi al livello dei migliori laboratori europei. Oggi, al Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino si trova, tra i vari strumenti, un motore elettrico a corrente continua progettato dal Botto (1834-1836) e che era destinato a scopi didattici. Esso rappresenta uno dei primi motori elettrici al mondo [6].
Come si vedrà nella seguente discussione, Botto si occupò anche di telegrafia, e propose un nuovo sistema di trasmissione e codifica per il telegrafo elettrico. Ebbe anche una qualche corrispondenza con Michael Faraday [7]. Tra gli scritti di Botto troviamo dei testi didattici e delle memorie scientifiche, di cui i riferimenti sono in [8-16]. Uno di questi riferimenti ci mostra una memoria relativa a una sua collaborazione con il grande Amedeo Avogadro, in una ricerca sulla conduzione elettrica nei liquidi. La collaborazione con Avogadro non si limitò però solo a questa nota scientifica.
Il torinese Amedeo Avogadro, universalmente noto per la legge di Avogadro sul numero di molecole nei volumi dei gas, aveva ricevuto la cattedra di Fisica Sublime (una cattedra di fisica e matematica) all'Università di Torino nel 1820. Per un suo sospetto entusiasmo per i movimenti politici rivoluzionari del 1821, nel 1822 venne rimosso dalla sua posizione, ma gli venne concessa una piccola pensione che lui in seguito cumulò con quella che riceveva per il periodi di insegnamento a Vercelli [17]. Quando la cattedra di Fisica Sublime venne riattivata nel 1832, fu affidata a Augustin-Louis Cauchy, che l'abbandonò circa un anno dopo, e l'insegnamento fu così nuovamente assegnato ad Avogadro, il quale lo tenne fino al 1850 [17-21]. Avogadro quindi si trovò, per qualche anno, in una posizione più svantaggiata di quella di Botto. La collaborazione con Botto gli permetteva di continuare ad accedere ad un laboratorio che era uno dei meglio forniti d'Europa.
Botto e Avogadro lavorarono a lungo insieme e non solo su temi strettamente di scienza di base. I due scienziati si trovarono coinvolti in importantissimi servizi per la città di Torino. Infatti, anche se era stata sospesa la sua cattedra, Avogadro continuava ad avere un ruolo rilevante, e non solo come scienziato, per la città e lo stato sabaudo. Oltre che come "Mastro-Uditore sedente in Magistrato nella Reale Camera dei Conti," [22] Avogadro svolgeva questo ruolo anche tramite l'Accademia delle Scienze, che si occupava di valutare progetti e richieste di brevetti. Troviamo così Avogadro, in collaborazione con Botto, proprio ad occuparsi di due questioni molto importanti per la città, l'illuminazione pubblica ed il telegrafo [23,24].

Illuminazione pubblica A Torino, il problema dell'illuminazione della città fu sempre molto sentito dalle autorità e dagli scienziati [23]. Alla fine del Settecento, la città era ben fornita di illuminazione ad olio. Coi primi anni del 1800, si cominciava ad usare l'illuminazione a gas in molte città europee ed americane e così, verso il 1816, Londra aveva già parecchie strade illuminate dal gas. L'uso del gas per l'illuminazione in Inghilterra attrasse l'interesse di Giovanni Antonio Giobert, professore di chimica generale e applicata alle arti nell'Università di Torino, anche lui membro dell'Accademia delle Scienze, presso la quale relazionò nel 1820 proprio sul sistema di illuminazione inglese. Da una sua relazione del 1822, a seguito di una richiesta di privilegio, si evince che questa soluzione era stata sperimentata in Torino, perché si legge che la città possedeva ora "un pubblico caffè illuminato a gaz" [23]. Giobert si riferiva al caffè che oggi è il caffè San Carlo nell'omonima piazza [23]. Da questo momento in poi il numero delle richieste di privilegio sul gas illuminante, iniziarono ad aumentare e nelle commissioni, istituite per per esaminarle, si trovarono coinvolti anche Avogadro e Botto [23]. Per avere un'idea delle richieste di privilegio analizzate da Avogadro, si può andare alla lista data al sito
http://www.museogalileo.it/istituto/biblioteca-digitale-tematica/avogadro/homepage/manoscritti/manoscrittiaccademiascienzetorino.html
Nel 1837 si fondò a Torino una Società anonima per l'illuminazione della città di Torino, con il consenso del Consiglio comunale e l'approvazione di Carlo Alberto. Nel maggio del 1838 il Comune di Torino dette il via ufficiale ai lavori e già nell'agosto del 1839 iniziarono i primi

esperimenti di diffusione del gas [23]. L'uso del gas in Torino portò anche alla crescita del settore dei trasporti. Il carbon fossile, che arrivava a Genova via mare dall'Inghilterra, doveva essere trasportato a Torino su carri trainati da cavalli, e questo era poco agevole e dispendioso [23]. La necessità di un trasporto più rapido ed efficiente stimolò l'esigenza di una nuova infrastruttura di trasporto, la ferrovia.

Il telegrafo Un altro sviluppo tecnologico che vide coinvolti Avogadro e Botto insieme è stato quello relativo alle telecomunicazioni, ossia al telegrafo. Come detto in [17], il clamore suscitato dall'invenzione della pila da parte di Alessandro Volta aveva attratto Avogadro, come tanti altri fisici, allo studio dell'elettricità. Avogadro iniziò con lo studio dei dielettrici e poi passò allo studio delle correnti nei metalli e nelle soluzioni [18-21]. Dopo la scoperta di Hans Christian Oersted, che la corrente elettrica era in grado di deviare l'ago magnetico di una bussola, che Oersted descrisse in un opuscolo redatto a Copenhagen in data 21 luglio 1820, in molti si misero a studiare il campo magnetico provocato dalla corrente. Già nei primi giorni di agosto, Gaspard de La Rive, direttore della Bibliothèque Universelle di Ginevra, appena ricevuto l'opuscolo di Oersted ne ripeté le esperienze alla presenza di Arago [24]. E François Arago riferì all'Académie des Sciences di Parigi il 4 settembre, e le replicò nella seduta della settimana successiva. Anche Avogadro e Vittorio Michelotti, che era professore di chimica medico-farmaceutica, si misero subito a studiare con attenzione la scoperta di Oersted [24].
Il 3 giugno 1821 Michelotti lesse all'Accademia un Saggio intorno ad alcuni fenomeni elettromagnetici e chimici, in cui esponeva i risultati di alcuni esperimenti svolti insieme ad Avogadro [24,25]. I nuovi fenomeni elettromagnetici richiedevano per il loro studio nuovi apparati strumentali, e così Avogadro si cimentò nella costruzione di un galvanometro più sensibile di quelli esistenti. Nel 1822 presentò una nota su questo strumento, che era un "voltimètre multiplicateur," dove la sensibilità dello strumento era ottenuta facendo passare la corrente in molte spire ravvicinate, come nel moltiplicatore di Schweigger [17,20,21].
Dopo la scoperta seguì quella di Michael Faraday del 1831, che una corrente elettrica può essere generata mediante variazioni di un campo elettromagnetico. Avogadro, insieme a Botto e Giorgio Bidone, socio dell'Accademia delle Scienze dal 1805, si cimentò con gli sviluppi delle ricerche del fisico inglese, ben comprendendo che la scoperta di Faraday aveva aperto la strada alla possibilità di avere correnti elettriche con mezzi meccanici. Nel 1834, Botto pubblica alcune "Notizia sull'applicazione dell'elettromagnetismo alla meccanica" [10], in cui riferisce sulla realizzazione di un prototipo di motore elettrico [24]. Avogadro e Bidone, che seguivano gli esperimenti Botto, li apprezzavano molto perché avevano intuito cosa si poteva ottenere con la nuova fisica e la meccanica. Un anno dopo, nel 1835, Botto veniva eletto membro dell'Accademia e diventava uno dei più stretti collaboratori di Avogadro. E così Botto ed Avogadro cominciarono a lavorare insieme anche alla revisione delle richieste di privilegio, in questo nuovissimo ambito di ricerca, ossia sulle macchine elettro-magnetiche, dimostrando un'ottima conoscenza della produzione scientifica e tecnologica internazionale [24].
Grazie agli studi di Avogadro e Michelotti, il Piemonte divenne uno dei paesi all'avanguardia nella tecnologia del telegrafo [24], dove l'energia necessaria al funzionamento era generata da un dispositivo elettrochimico. All'inizio dell'Ottocento il sistema telegrafico piemontese funzionava col sistema ottico di Chappe, ma con la scoperta dell'elettromagnetismo la telegrafia piemontese prese la nuova direzione del telegrafo elettrico, raggiungendo livelli di tutto rispetto [24]. Come detto in [24], un importante ruolo nella realizzazione di questa impresa tecnologica fu ricoperto da Giuseppe Domenico Botto.
Come Botto stesso spiega, l'infrastruttura per avere la telegrafica era davvero elementare. Bastava "un lungo filo di ferro di alcuni millimetri di diametro isolato e sospeso a pali di legno, che si distenda da una città all'altra, una pila alle due stazioni, e un apparecchio particolare con cui si trasmettono e si ricevono i segnali", ed il metodo migliore per la "formazione e trasmissione delle lettere o dei segni" era quello dovuto all'azione magnetica [24]. Lo stesso Botto si era impegnato

nella costruzione di un telegrafo e nel 1848 presentava all'Accademia delle Scienze a tal proposito una nota "sur un nouveau système de télégraphie électrique" [24]. All'Accademia intanto, iniziavano anche a giungere le prime richieste di privilegio relative al telegrafo. Nell'adunanza dell'Accademia del 21 febbraio 1847 Avogadro, in qualità di relatore, affiancato da Botto e Carlo Ignazio Giulio lesse due relazioni relative a richieste per il telegrafo, con parere favorevole [24]. Così si decise di costruire una nuova linea telegrafica tra Torino e Genova, che fu iniziata nel giungo 1849 e finita nel novembre 1852, seguita dalla linea ferroviaria inaugurata nel febbraio 1854 [24].

L'elogio di Avogadro Concludiamo il nostro discorso sulla collaborazione tra Botto ed Avogadro, con il ricordo che Botto fece presso l'Accademia delle Scienze del grande scienziato nel 1857 [26], parlando della vita e delle opere. Ecco alcune cose che ci dice il testo che troviamo in [26].
"*Rampollo d'inclita ed antica prosapia* [stirpe di provenienza]", Amedeo Avogadro nacque a Torino il dì 9 giugno del 1776 da Filippo, Magistrato, e da Anna Vercellona. "*Passati gli anni della sua fanciullezza sotto il tetto paterno, ed ivi ricevuti coi primi rudimenti delle umane lettere i semi di una colta e gentile educazione, proseguiva poscia i suoi studi nelle fiorenti scuole della Città natale, non senza dar segni d'ingegno precoce, e ad apparare prontissimo.*" Non aveva ancora quindici anni, "*che già aveva superato lo stadio biennale delle istituzioni di filosofia, con lusinghiera distinzione: e ben mi credo, che fosse allora quando, dopo quella di geometria, gli si schiudeva la scuola di fisica sperimentale, e quando vi udiva più tardi le lezioni dell'illustre Vassalli, ..., che nel giovinetto Avogadro si svegliasse quella marcata propensione, che mostrò sempre per questa scienza, di cui divenir doveva cultor ferventissimo*." Avogadro aveva udito le lezioni dell'abate Giuseppe (Vassalli) Eandi, professore all'Università di Torino. Col nipote, Antonio Maria Vassalli-Eandi, l'abate aveva scritto negli anni 1790 alcuni trattati di fisica, di geometria, di aritmetica e di algebra a uso delle regie scuole.
"*Ma già nuovi studi, e assai diversi da quelli ai quali il suo genio inclinavalo, lo attendevano al sortir dal Liceo. Il tempo era giunto per lui di avvisare ad una carriera vantaggiosa a un tempo, e consentanea alle domestiche tradizioni*. … [Doveva scegliere tra] *la toga e la spada; egli antepose la prima, e non ancora ventenne conseguiva gli onori del dottorato. Ammesso tosto negli uffici dell'Avvocato del Poveri, indi in quelli dell'Avvocato Generale, palestra preparata ai più eletti ingegni che s'avviano all'alta Magistratura, non tardò quivi pure a dar chiare prove di sapere e di perspicacia non solo, ma di prudenza e di senno maturo in età giovanile.*"
Avogadro fu sempre fedele ai doveri del proprio ufficio, sperando però di potersi dedicare, prima o poi, a tempo pieno agli studi di fisica. E così, a "*questi erano sacre le ore succisive delle giornaliere sue occupazioni,* … [e] *di giorno in giorno cercava di progredire e perfezionarsi coll'assidua lettura, e colla meditazione. E ben sapendo esser la scienza del calcolo come la chiave d'ogni alta dottrina che ragguardi il corporeo universo, egli per tempo e con ardore si volse a coltivarla, non trascurando nel tempo stesso di rendersi famigliare, come lo era già colle classiche, colle lingue viventi, vuoi francese, vuoi inglese o tedesca, onde abilitarsi a consultare gli stranii autori, e a compulsare gli annali dei scientifici istituti più rinomati*." Avogadro quindi coltivava nelle ore libere dai suoi doveri presso la magistratura, lo studio del calcolo ed anche delle lingue straniere, quali francese, inglese e tedesco per poter leggere le pubblicazioni scientifiche in tali lingue.
Ancora giovane, Avogadro venne nominato dapprima ripetitore al Collegio delle Provincie, e dopo un triennio di ottime prove, a Professore di fisica e filosofia nel Liceo di Vercelli. Finalmente Avogadro può condurre i suoi studi scientifici. Intanto si è anche sposato, con Felicita Mazzè. "*Tanto fervore e tanta costanza nel culto della scienza e del vero non potevano non aggiungere il loro premio e la loro gloria. ... la di lui rinomanza divenne tosto europea, ... E rilusse alfine quel giorno solenne, in cui assunto alla nuova cattedra di fisica sublime per lui eretta nel torinese Ateneo, con plauso universale la inaugurava nel novembre del 1820.*"

Giuseppe Botto non ha lo spazio nel suo elogio di descrivere le varie ricerche che si trovano nelle pubblicazioni uscite dalla penna di Avogadro, ma non può certo astenersi dal parlare di alcune di esse. E così inizia ad esporre gli studi di Avogadro sui condensatori e quello sui metalli che li ha visti collaborare.

"*Rifulgente sull'italico cielo era ancora l'astro del Volta, e un insueto ardore ferveva negli animi commossi dai nuovi portenti rivelati dall'avventuroso scopritore del Condensatore e della Pila, quando l'Avogadro prendeva le prime mosse*" nella scienza. "*Non farà quindi meraviglia, se quali primizie del giovanili suoi studi*," Avogadro si mise a studiare, pubblicando le sue prime due memorie proprio sulla teoria del Condensatore. "*Ad apprezzarne l'importanza, basterà il dire, che in quelle memorie trovasi preconizzato un principio, il quale sei lustri dopo divenir doveva il fondamento di una novella dottrina intorno ai fenomeni, così detti, di elettrica induzione.* [Nelle sue memorie] *Avogadro andava ivi dichiarando, come a spiegare il recondito magistero di quegli effetti, dovesse ammettersi l'intervento del coibente intermedio ai due corpi, fra i quali l'induzione si compie, mediante una peculiare modificazione o polarizzamento intimo della sua propria sostanza, anziché l'influsso di una azione, che alla sola distanza si riferisse. Era, a dir vero, una siffatta deduzione di tal natura a quei tempi* [prematura] *... Solo dopo il giro di molti anni, e alla luce delle crescenti scoperte, il concetto dell'Avogadro dovea ridestarsi nella mente degli Elettrologi, e per una catena di ammirabili tentamenti condotti dal principe della odierna scienza sperimentale, il celebre Faraday, acquistar carattere di verità dimostrata. ... E di elettrologico argomento fu pure una di lui memoria sull'ordine che serbano i metalli nella loro facoltà elettrica detta allor di contatto, ed un'altra espositiva di esperienze, in cui gli fui socio, dirette principalmente a chiarire la questione, che ancor pende indecisa sulla possibile conduzione dell'elettrico per a traverso di una soluzione acquea, senza che ne segua elettrolisi o scomposizione. E qui non mi ristarò da un rimarco, il quale mentre caratterizza il genio speculativo dell'Avogadro, ... ed è, che nella scelta degli argomenti che assumeva a trattare, ei prediligeva quelli spettanti alla fisica costituzione dei corpi, e alla loro struttura intima.*"

Botto arriva quindi a menzionare il lavoro di Avogadro più celebre. "*E principio invero di altissima rilevanza fu quello, che l'Avogadro imprendeva a svolgere in due memorie inserite nel giornale De la Métherie (il famoso articolo del 1811), coll'intendimento di congiungere alla teorica così detta dei volumi fondata dal celebre Gay-Lussac, quella delle proporzioni determinate stabilita da Dalton; il principio, dir voglio, della egualità di distanza* [media] *fra i centri delle molecole nelle sostanze aeriformi, poste in condizioni fisiche identiche. Conciossiaché un tal principio, involgendo pur quello dell'egual numero di molecole in volumi eguali di gas, e l'altro della proporzionalità fra le densità di questi ultimi e le masse delle molecole stesse, applicato ai rapporti osservati nelle combinazioni gasose tra i volumi dei gas composti e quelli dei componenti, somministrava in quei rapporti altrettante relazioni fra le densità degli uni e degli altri, che è quanto dire fra le masse delle loro molecole, atte a servir di criterio e di base ad un metodo razionale insieme ed uniforme di comparazione e di calcolo, onde giungere nei vari casi alla determinazione, e dei relativi numeri di molecole che in quelle combinazioni si associano, e delle relative dosi in peso che vi si uniscono*." Nell'ipotesi di Avogadro, oltre al numero di particelle nei volumi di gas, c'era anche la distinzione tra atomi e molecole, che sono "molecole integranti".

"*Intanto una prima e immediata conseguenza di siffatta applicazione era quella del doversi considerare le molecole integranti delle sostanze aeriformi e degli stessi gas elementari, quali aggregati di atomi primitivi, e però come suscettive di dividersi e suddividersi in altre molecole parziali nelle loro combinazioni e trasformazioni diverse. ... alla dottrina da lui stabilita, e in ispecie al di lui principio fondamentale intorno alla costituzione delle sostanze assunte allo stato aeriforme, s'accostarono fisici e chimici insigni, ed anzi tutti il celebre Ampère, che il prese a base delle sue speculazioni sull'origine e sulla genesi delle forme tipiche dei cristalli*."

Si occupò Avogadro anche di dilatazione dei liquidi e dei vapori e poi di calori specifici, o come si diceva allora del "calorico specifico", analizzando i risultati sperimentali di Laroche e Berard [27] e di Dulong e Petit. Avogadro venne così sviluppato un metodo basato sui "numeri affinitarii" da

applicare ai calori specifici, basato su numeri che egli aveva precedentemente introdotto e che gli permettevano la "*possibilità di riferire ad una stessa e continua serie di numeri positivi la qualità elettro-chimica dei vari corpi*". Avogadro legò quei numeri ai volumi atomici. "*Calcolata infatti la serie dei volumi atomici dei corpi semplici, che ei nomò coefficienti elettro-chimici, col pigliar per massa degli atomi, ai quali quei volumi si riferivano, ora quella dell'atomo chimico, ora un multiplo od un aliquoto di essa che fosse conciliabile col relativo potere neutralizzante con cui il volume atomico serbar doveva in grandezza uno stesso ordine; e fissato su questa serie il punto di neutralità col determinare il relativo coefficiente elettro-chimico, poté egli confrontarne i numeri coi poteri neutralizzanti che aveva già direttamente dedotti, giusta i principii di Berthollet*, [Claude Louis Berthollet, 1748 – 1822] … *Intanto, calcolati dapprima i volumi atomici dei diversi composti solidi, l'Avogadro se ne giovava per dedurne quelli dei loro componenti, e quindi anche i loro numeri affinitarii*".

Avogadro si volge quindi alla termologia, usando il numero affinitario come la misura dell'affinità dei corpi per il calore. In effetti, Avogadro continuava a vedere il calore con un fluido imponderabile. "*Fin da quando venivano in luce le prime ricerche dei signori Laroche e Berard sul calorico specifico delle sostanze aeriformi, l'Avogadro pigliandole a tema di gravissime considerazioni, e guidato da idee teoriche particolari sulle ragioni di questa varia attitudine dei corpi per il calore, veniva proponendo una formola di relazione generale fra i calori specifici di un gas composto e quelli dei gas componenti, che ridotta poscia a maggiore concisione ed esattezza dopo la bella scoperta dei signori Dulong e Petit relativa ai gas semplici, riducevasi a stabilire, che il calore specifico di un gas composto a volume eguale, stava espresso nella radice quadrata del numero intero o rotto dei volumi di gas semplici, che concorrono alla di lui formazione, preso ad unità il calore specifico di un gas semplice qualunque*." Lo scopo era quello di "*procedere ad una più sicura estimazione dei pesi atomici delle diverse sostanze*," rimuovendo l'arbitrario che "*lasciavano sovente le determinazioni dedotte da semplici considerazioni chimiche.*"

Considerando giusta la legge di Dulong e Petit, Avogadro dedusse "*il calorico specifico d'un atomo semplice,* [e] *la di lui formola applicata ai corpi composti di vario ordine porgeva piena ragione dei calori osservati*". Avogadro arrivò quindi a considerare l'esistenza "*per ciascuna classe di composti* [di] *una legge analoga a quella dei signori Dulong e Petit relativa ai corpi semplici, con un coefficiente particolare vario da una classe all'altra, il cui valore e i cui rapporti coi coefficienti delle altre classi risulterebbero determinati dalla rispettiva costituzione atomica. Tal è il nesso teorico stabilito dall'Avogadro fra i calori specifici dei corpi semplici e quelli dei loro composti, la cui esistenza fu bensì presentita dalli stessi signori Dulong e Petit, ma non formulata, come fu confermata poscia dalle ricerche del Neuman* [Franz Ernst Neumann, 1798-1895]".

Tutto teso a "*scoprir vincoli e relazioni di mutua interferenza fra fenomeni e caratteri a primo aspetto i più disparati e remoti, vuoi termologici, vuoi elettrici od ottici*", Avogadro collezionò annotazioni, estratti e compendi che consistono in ben trenta volumi di manoscritti, "*nei quali tu trovi racchiusa per poco la intera storia della scienza dal principio del presente secolo sino a dì nostri*." Nessuna esperienza o scoperta passava inosservata, specialmente se poteva trovare qualche nuova illazione od indagine, che avesse attinenza con le sue ricerche.

Botto ci dice che Avogadro "*dei fisici sperimenti … si mostrò sempre amantissimo, e non pochi preziosi lavori abbiamo di lui, frutto appunto di esperienze da lui stesso instituite e condotte, le quali lo chiariscono non meno esperto e perspicace sperimentatore, che pensatore profondo.*"

Avogadro fece esperimenti sui calori specifici, e sulla "forza elastica" dei vapori del mercurio, e lavorò sulla formula di Poisson relativa alla depressione del mercurio in contatto col vetro, con cui "*mentre egli accrebbe, mercé di molteplici e accuratissime esperienze in parte affatto nuove, la serie dei fatti conosciuti sulla dottrina delle capillarità, perveniva pure, come era precipuo suo intendimento, ad una più precisa e diretta determinazione delle costanti di quella formola*."

Tutti questi lavori basterebbero a dargli fama eterna. In mezzo a queste fatiche, e "*gravato dalle cure del professorato non solo, ma di altri pubblici uffici, ai quali il suo senno e i suoi lumi lo avevano elevato,*" Avogadro trovò il tempo di "*maturare e condurre a termine un'opera, per altezza*

di intendimento e per vastità di concetto così rilevante, siccome quella venuta in luce sotto gli auspici del magnanimo Carlo Alberto, col titolo di Fisica dei Corpi ponderabili." Un'impresa ardua, che mirava a riempiere una lacuna nella serie dei libri didattici, che sono in gran numero ma che sono anche lontani "*dall'offrirci un quadro compiuto delle nozioni, che a questa scienza appartengono*."

Avogadro lavorava molto, e tutto questo lavoro, secondo Botto, aveva "*a poco a poco infievolita e logorata una salute, che l'Avogadro non aveva sortito dalla natura troppo robusta; e sul cadere del 1850, ... veniva in consiglio di rassegnar quella cattedra, che era stata per oltre cinque lustri il teatro del suo sapere. Continuò tuttavia negli uffici di Mastro Uditore, di Membro della Commissione superiore di Statistica e del Consiglio superiore di pubblica Istruzione, e di Presidente della Commissione dei pesi e misure ... la grave età non aveva in lui intiepidita la vigoria dello spirito, e se languida era la mano, pieni di ardore e d'affetto erano ancora la mente ed il cuore. Ma i giorni dell'uomo sono numerati, ed egli dovea cedere infine agli assalti d'un lento malore, che il travagliò per più mesi, e che sopportò colla calma di un giusto, e colla fortezza d'un martire*". Avogadro si spegne il 9 Luglio 1856.

References

[1] Aa. Vv. (2016). Giuseppe Domenico Botto, Wikipedia. https://it.wikipedia.org/wiki/Giuseppe_Domenico_Botto

[2] Aa. Vv. (2016) Giuseppe Domenico Botto, Scienza in rete. http://www.scienzainrete.it/italia150/giuseppe-domenico-botto

[3] Aa. Vv. (2016). Giuseppe Domenico BOTTO, Accademia delle Scienze di Torino. http://www.accademiadellescienze.it/accademia/soci/giuseppe-domenico-botto

[4] Pianciani, G. B. (1834). Istituzione fisico-chimiche. Roma, Puccinelli.

[5] Botto, G. D. (1836). Machine Loco-motive mise en mouvement par l'électro-magnétisme. Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino, Tomo XXXIX, 155-160.

[6] Galante, D. Marino, C., & Marzari Chiesa, A. (2008). La collezione di strumenti di Fisica dell'Università di Torino. Museologia Scientifica Memorie N.2, 287-289. Atti del XIV Congresso ANMS, Il Patrimonio della scienza. Le collezioni di interesse storico. Torino, 10-12 novembre 2004, a cura di C. Cilli, G. Malerba, G. Giacobini.

[7] Frank A.J.L. James (1993). The correspondence of Michael Faraday: 1832-1840, IET.

[8] Botto, G. D. (1831). Elementi di fisica sperimentale ad uso delle regie scuole di filosofia. Torino: Stamperia Reale.

[9] Avogadro, A., & Botto, G. D. (1838). Mémoire sur les rapports entre le pouvoir conducteur des liquides pour les courans électriques et la décomposition chimique qu'ils en éprouvent. Turin : Imprimerie Royale.

[10] Botto, G. D. (1834). Notizia sull'applicazione dell'elettromagnetismo alla meccanica, Torino.

[11] Botto, G. D. (1832). Giuseppe Domenico, Notizia sull'azione chimica delle correnti termo-elettriche, Torino.

[12] Botto, G. D. (1832). Notizia sull'azione chimica delle correnti magneto-elettriche (Google E-book).

[13] Botto, G. D. (1840). Observations microscopiques sur les mouvements des globules végétaux suspendus dans un menstrue. Turin: Imprimerie Royale.

[14] Botto, G. D. (1842). Expériences sur les rapports entre l'induction électromagnétique et l'action électrochimique suivie des considérations sur les machines électromagnétiques. Turin: Imprim. Royale.

[15] Botto, G. D. (1834). Esperienze sull'azione chimica delle correnti indotte dal magnetismo terrestre e dai ferro-elettro magneti: con alcune osservazioni sulla loro trasmissibilità nei conduttori liquidi e sui fenomeni del disco di Arago, Torino: Stamp. Reale.

[16] Botto, G. D. (1845). Sur les lois de la Chaleur dégagée par le courant voltaíque et sur celles qui régissent le dévéloppement de l'électricité dans la pile. Turin: Impr. Royale.

[17] Perucca, E. (1957). La vita e l'opera di Amedeo Avogadro. Il Nuovo Cimento Series 10, 6(1), 10-27.
[18] Sparavigna, A. C. (2016). Amedeo Avogadro e la Fisica Sublime - I - I primi studi. PHILICA Article number 843.
[19] Sparavigna, A. C. (2016). Amedeo Avogadro e la Fisica Sublime - II - Ipotesi sul numero di molecole nei volumi dei gas ed lavori sui calori specifici. PHILICA Article number 846.
[20] Sparavigna, A. C. (2016). Amedeo Avogadro e la Fisica Sublime - III - Gas perfetti e gas reali. PHILICA Article number 847.
[21] Sparavigna. A. C. (2016). Amedeo Avogadro, professore di Fisica Sublime. 2016. <hal-01386359>
[22] Sparavigna, A. C. (2016). Amedeo Avogadro come ritratto da Eligio Perucca in un articolo del 1957 (Amedeo Avogadro as Portrayed by Eligio Perucca in an Article of 1957), SSRN electronic Journal, October 23, 2016. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2857102
[23] Giuntini, A. (2007). Il gas a Torino. In Torino Energia, Le politiche energetiche tra innovazione e società (1700-1930), a cura di V. Ferrone, Archivio Storico della Città di Torino, Pag.147.
[24] Pavese, C. (2007). Il processo di elettrificazione tra Otto e Novecento (2007). In Torino Energia, Le politiche energetiche tra innovazione e società (1700-1930), a cura di V. Ferrone, Archivio Storico della Città di Torino, Pag. 175.
[25] Michelotti, V. (1822). Saggio intorno ad alcuni fenomeni elettro-magnetici e chimici. Memorie dell'Accademia delle Scienze di Torino, XXVI, 365-380.
[26] Botto, G. D. (1857). Sulla Vita e Sulle Opere del Conte Amedeo Avogadro, Cenni Biografici, Estratto delle Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, serie lI. tom. xvii. TORINO Stamperia reale 1857.
[27] Cassola, F. (1830). Trattato di chimica elementare teorico-pratica. Parte prima, chimica inorganica. Stamperia Francese, Napoli. Pag.152.