

ALEXANDER DI BARTOLO *

Il contributo di Alexander von Humboldt agli studi sulla composizione chimica dell'“aria atmosferica”

The role of Alexander von Humboldt for the studies and researches on atmosphere chemical composition

Summary – Through an unpublished analysis of some works of A. von Humboldt it is possible to underline the role of the German explorer for the studies and researches on chemical composition of atmosphere. In this way the name of Humboldt could be remembered also in the history of chemistry, where He is not usually mentioned. The great numbers of experiments on composition of air made by the German scientist before and during the exploration of south America, and the collaboration with Gay-Lussac are – on the contrary – evidences of a strong interest in chemistry inside all Humboldt scientific production.

Key words: atmosphere chemical composition, Humboldt, Gay-Lussac

Ho trovato Goethe eccitato e di ottimo umore: “questa mattina Alexander von Humboldt è stato da me per qualche ora”, mi ha detto con grande ammirazione: “Che uomo! Lo conosco da tanto tempo, eppure sempre torno a meravigliarmi di lui. Egli ha, si può ben dire, una cultura e conoscenze pari a nessuno. Ed una versatilità che prima di lui non ho mai riscontrato! Qualsiasi argomento si tocchi gli è familiare e ci inonda dei suoi tesori intellettuali. È come una fontana dai molti zampilli: basta mettervi sotto dei recipienti perché essi siano riempiti con il suo frotto rinfrescante e inesauribile”.

(Eckermann, *Conversazioni con Goethe*, Dicembre 1826)

Introduzione

Intorno all'opera e alla vita di Alexander von Humboldt (1769-1859) è stata prodotta, sia in Italia che all'estero, una mole considerevole di scritti. Sono state ana-

* Dottorato di Ricerca in Storia della Scienza, Università di Pisa, Dipartimento di Filosofia.
Via P. Paoli 15 - 56126 Pisa. E-mail: a.dibartolo@fls.unipi.it

lizzate le sue opere da molteplici punti di vista e sono stati messi in luce svariati temi emergenti dall'opera dello scienziato e poligrafo tedesco. In questa lunga tradizione di studi si è parlato infatti di Humboldt esploratore del Nuovo Mondo, e poi cartografo, geografo, meteorologo, pioniere degli studi fitogeografici e dell'ecologia, storico della società sudamericana, sociologo e antropologo, archeologo delle civiltà centroamericane, e così via. Propriamente si è parlato di universalismo scientifico in riferimento alla sua opera, sottolineando gli aspetti della sua produzione legati alla scienza romantica [20] o confrontando il suo pensiero liberale nel contesto politico degli anni rivoluzionari a ridosso dell'Ottocento [3]. Le parole di Eckermann possono quindi essere considerate la più efficace descrizione dello spirito di ricerca universalistico, e non enciclopedico, che caratterizzava il personaggio Humboldt. La "versatilità" era la natura del suo carattere che gli permise di approfondire in maniera brillante numerosi ambiti specifici delle scienze, tra cui anche il settore degli studi chimici, in cui solo sporadicamente il suo nome viene menzionato.

La scelta di dedicare uno studio specifico al ruolo di Humboldt all'interno del dibattito sulla chimica dell'atmosfera nasce da una duplice esigenza. La prima, connessa alla storia della chimica più in generale, è la presa d'atto della rarità con la quale il nome di Humboldt compare nelle più importanti opere storiografiche; e la seconda, non meno importante, è legata agli studi critici sull'autore tedesco che, seppur nella loro ampia mole, hanno solo raramente approfondito i temi legati alla chimica nel contesto delle scoperte di Humboldt e dei suoi studi pionieristici¹.

Humboldt nella prefazione alla sua opera più famosa, *Kosmos*, nel fare un resoconto delle tappe della propria formazione intellettuale, ci informa che «la brama di istruir(si) sopra svariatisimi oggetti», lo portarono ad approfondire "scienze speciali" come la botanica, la geognosia, la chimica, l'astronomia e il magnetismo terrestre [15 (vol. I, p. IX)]. Se un percorso di ricerca mira, sostiene l'autore più avanti, a un'efficace comprensione delle leggi naturali, è necessaria una "solida istruzione" nelle scienze particolari; è solo percorrendo questa strada che sarà possibile tentare di cogliere «le leggi che compongono la fisica del mondo» [15, (vol. I, p. XI)].

Il ruolo della chimica negli scritti humboldtiani non è quindi solo quello di disciplina preparatoria o ausiliaria a una corretta interpretazione del mondo e delle leggi intime che lo regolano, ma si pone invece alla base di ogni riflessione sulla natura, proprio perché «le cognizioni speciali, mercé della concatenazione stessa della natura, si assimilano e si fecondano vicendevolmente» [15, (vol. I, p. XI)]. Per queste ragioni la chimica in Humboldt non è mai facilmente isolabile dall'intero contesto nel quale l'autore si trova ad operare, sia esso lo studio delle formazioni geologiche (primo giovanile interesse) quanto le analisi fisiologiche degli esseri viventi – piante e animali – o questioni climatiche e fitogeografiche; e anzi isolare le riflessioni "chimiche" al di fuori del contesto della "scienza humboldtiana" vor-

¹ In italiano, solo a titolo d'esempio, l'unico riferimento si trova in: [21].

rebbe dire perdere di vista la propensione panoramica e orizzontale del metodo di ricerca che accomuna il nostro ad un maestro dell'indagine naturale qual'era J.W. Goethe². A riprova di ciò basterebbe ricordare il presupposto allo studio delle leggi che regolano la distribuzione geografica delle piante, settore nel quale Humboldt espresse i primi assunti sistematici di una nuova scienza: per comprendere come e perché le piante si trovano distribuite sul globo non basta conoscere le variazioni della natura del suolo, ma fondamentale è anche l'analisi dell'"oceano aereo" che avvolge il globo³.

Humboldt e la storiografia chimica

Se si confrontano alcuni dei più autorevoli testi di storia della chimica, si noterà che a Humboldt non è assegnato alcun particolare capitolo all'interno dell'evoluzione di questa disciplina, anche se il suo nome è spesso associato al grande chimico e fisico Gay-Lussac, in particolar modo in relazione agli studi e alla sperimentazione sulla composizione chimica dell'atmosfera o, tutt'al più, vengono segnalati alcuni lavori giovanili relativi al galvanismo. Il testo di storia della chimica in cui compare con maggiore frequenza il nome di Alexander von Humboldt è il voluminoso *A history of Chemistry* di J.R. Partington [19]⁴. In un capitolo di quest'opera il chimico inglese ricorda che Humboldt fa parte di quegli studiosi che – secondo Fourcroy – accettarono senza riserve la teoria lavoisierana, insieme a Klaproth, Girtanner, Hildebrandt e altri [19, (vol. III)]. Tale aspetto viene sottolineato anche nel libro di Meyer [18], in cui il giovane tedesco è annoverato nel ristretto elenco di scienziati che subito compresero l'aspetto innovativo della teoria antiflogistica di Lavoisier. Partington non dimentica poi di menzionare i lavori giovanili di

² Cfr. a proposito del rapporto Humboldt Goethe e del clima culturale tra romanticismo e illuminismo tedesco: [2].

³ Cfr. [15, (vol. I, p. 10)], e [17 (vol. I, p. 5)] quando sostiene che la geobotanica è «quella parte della fisica del mondo che tratta dei rapporti che le piante hanno tra loro, con i suoli che esse popolano, con l'aria che respirano e modificano».

⁴ Nei quattro volumi, il nome di Humboldt compare rispettivamente: nel III, all'interno del capitolo dedicato a Lavoisier e agli esperimenti sulla calcinazione (Partington cita un articolo di Speter pubblicato sulla *Chem. Ztg.*, 1909, nel quale viene data notizia dell'esperimento mineralogico che Humboldt aveva compiuto nel 1796-97 e che aveva messo in luce come un turbitone un solfato di mercurio basico è ridotto, in un recipiente sigillato, per effetto della luce, senza che si verifichi alcun cambiamento di peso); sempre nel III, nel capitolo dedicato a Lavoisier e al problema della respirazione, dove il nome di Humboldt è associato a quello del chimico francese Provençal, suo compagno alla Société d'Arcueil, e alla scoperta che i due fecero, per cui durante la respirazione dei pesci viene assorbito più ossigeno di quanto sia trasformato in diossido di carbonio, con una certa quantità di nitrogeno (cioè l'azoto) che viene assorbita. Nel IV volume il nome di Humboldt si trova poi più volte affiancato a quello di Gay-Lussac in riferimento alla sperimentazione sull'infiammabilità di taluni gas e viene ricordato il fatto che Humboldt avesse ideato una primitiva maschera a gas per minatori.

Humboldt sull'elettromagnetismo, sostenendo che egli assunse una posizione intermedia tra Galvani e Volta nella disputa elettrochimica di fine Settecento [19 (vol. IV, p. 18)]⁵. Ma il luogo più significativo dell'opera dello storiografo inglese è quello in cui viene sottolineata la stretta collaborazione intercorsa tra Humboldt e Gay-Lussac nei primi anni dell'Ottocento, relazione che portò Gay-Lussac ad approfondire i rapporti esistenti tra gli elementi che compongono l'atmosfera e alla famosa scoperta che «100 cm di ossigeno richiedono, per saturare, 200 cm di idrogeno, in volume» [19 (vol. IV, pp. 78-79)]⁶.

Mettendo quindi in luce il contributo sperimentale di Humboldt, esemplificato nella mole notevole di dati sulla composizione chimica dell'atmosfera raccolti prima e durante il viaggio in sud America, e la successiva analisi di tali dati grazie alla collaborazione di valenti chimici di inizi Ottocento, si potrà evidenziare il ruolo dello scienziato tedesco per la soluzione del problema del rapporto degli elementi chimici presenti nell'aria.

Breve cenno biografico e i primi interessi chimici

Alexander von Humboldt⁷ è noto al grande pubblico prevalentemente per la fama di esploratore e viaggiatore che egli acquisì dopo il viaggio nelle regioni centro-settentrionali del sud America, portato a termine tra il 1799 e il 1804 in compagnia del botanico francese Aimé Bonpland. Durante l'esplorazione Humboldt si applicò allo studio e all'analisi della natura sud americana allo scopo di migliorare – e spesso sovvertire – le conoscenze che la scienza europea possedeva a riguardo del Nuovo Mondo. In questo senso il contributo maggiormente significativo fu indubbiamente quello legato alle conoscenze geografiche del sud America (il collegamento tra Orinoco e Rio delle Amazzoni) e al fatto che egli pose le basi teoriche della fitogeografia. Se si volessero rintracciare i primi momenti dell'interesse per lo studio dei regni naturali dal punto di vista della chimica bisognerebbe guardare alla sua formazione, ai primi stimoli giovanili e ai primi lavori a stampa. Intorno al 1788, sotto l'impulso del famoso botanico Wildenow, Humboldt inizia a maturare un forte interesse per la classificazione erbaria, e in generale per tutto il mondo vegetale, con particolare riguardo ai processi fisiologici di crescita delle piante.

Nel biennio tra il 1790 e il 1792 Humboldt arricchisce la propria preparazione scientifica frequentando i corsi di mineralogia del famoso scienziato nettunista Werner, all'Accademia mineraria di Freiberg. È qui che si dedica per la prima volta allo studio della chimica dei minerali e in particolar modo dei basalti, pubblicando

⁵ Cfr. a riguardo del dibattito sull'elettromagnetismo in Germania [1].

⁶ Per gli esperimenti di Humboldt e Gay-Lussac cfr. anche: [19 (vol. II)].

⁷ Un interessante profilo biografico dello scienziato tedesco e della sua variegata produzione scientifica è stato recentemente pubblicato in lingua italiana: cfr. [4]. Per alcuni aspetti teorici emergenti dalle opere di Humboldt si confronti il lavoro di A. Visconti [23].

tre articoli sui *Chemische Annalen fur die Freunde der Naturlehre* [6], [7] diretti da Crell, docente di chimica a Gottinga dal 1783 al 1810. Anche in Italia, sul *Giornale fisico medico di L. Brugnatelli* venne data importanza ad uno di questi lavori, tant'è che il direttore della rivista pubblicò l'estratto di una lettera spedita da Humboldt a Crell per i *Chemische Annalen*, nella sezione di quel numero intitolata "estratto di lettere di diversi chimici" [8].

Humboldt viene quindi annoverato nella rivista italiana tra i chimici, e soffermandosi sul contenuto della lettera si riesce a comprenderne le ragioni. Il giovane autore tedesco da notizia di uno strano caso di "petrificazione" (diremmo oggi, fossilizzazione) di un organismo vegetale, all'interno di uno strato roccioso. Humboldt cerca di comprendere cosa abbia provocato l'impronta del vegetale, visibile grazie ad un residuo colorato nella marna del basalto. La sua argomentazione, seppur muovendo dalla spiegazione che gli antichi davano dei fenomeni di cambiamento di colore in natura, grazie all'azione della luce (e non alla mineralizzazione, carbonizzazione o petrificazione, cioè ai tre processi chimico-fisici di degradazione degli organismi vegetali), si conclude con un riferimento agli esperimenti messi in atto da Ingen Housz e Senebier sulla fotosintesi, e sul ruolo della luce nei processi di respirazione delle piante, che l'autore dimostra quindi di conoscere. Piccola testimonianza di un interesse nel campo della chimica, ma emblematica già del modo di procedere che sarà proprio della sua ricerca. Humboldt sostiene infatti che a tutti i naturalisti (quindi anche ai chimici) dovrebbe interessare il concatenarsi dei fatti, più che i fatti stessi. Nel caso specifico quale interrelazione esista tra differenti regni naturali tale per cui un organismo vegetale si trovi impresso, con un determinato colore specifico, all'interno di una colonna basaltica, quindi in un minerale, grazie all'influenza della luce solare.

Negli anni immediatamente successivi, dopo che aveva pubblicato gli *Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen* [9] nel 1794, e affascinato – come molti altri scienziati della sua epoca – dall'acceso dibattito tra Galvani e Volta sulla natura dei fenomeni elettrici, il cui eco era giunto in Germania anche a seguito dalla visita che Alessandro Volta fece a Lichtenberg, docente di Humboldt negli anni di studio di Gottinga, da alle stampe le *Versuche über die geratze Muschel und Nerven-fasses nebst Vermuthungen uber das chemischen Process des lebens in des Thier-Pflanzenwelt* nel 1797-98 [10], tradotto significativamente solo un anno dopo in Francia col titolo *Experiences sur le galvanisme* [13]. Contemporaneamente Humboldt lavora in maniera sempre più approfondita al tema dell'atmosfera in molte delle sue sfaccettature. Nelle entusiastiche recensioni pubblicate sul *Journal del phisique et de chimie* a partire dal gennaio del 1798 [11], [12] veniva infatti presentato il lavoro del berlinese come di notevole interesse e anzi il giovane studioso veniva sollecitato ad inviare propri contributi e tenere la redazione del giornale aggiornata sulle ricerche in corso.

Dal tomo 47esimo del 1798 vennero pubblicati nell'ordine: "De la germination", "Lettre de von Humboldt sur l'analyse de l'Air atmospheric pris à l'hauteur

de 659 toises”, “Note de Humboldt sur les expériences sur la constitution de l’atmosphère de Morozzo”, “Sur l’absorption de l’Oxigène par les terres”, “Lettres de Humboldt à Ingenhousz sur l’absorption de l’Oxigène par les terres”.

L’anno successivo comparivano invece due lettere [12] a Delamétherie aventi come titolo “Sur l’absorption de l’oxigène par les terres simples” e “Sur la composition chimique de l’atmosphère”. Soffermandosi su una delle tabelle allegate alla seconda lettera di Humboldt è possibile notare il grande sforzo sperimentale dello scienziato tedesco, il quale registra molti dati interessanti sull’aria in generale, senza limitarsi alla misurazione della quantità di ossigeno presente in proporzione nell’atmosfera⁸. I risultati della sperimentazione di Humboldt raccolti prima del confronto con Gay-Lussac, e il metodo di indagine, meritano di essere menzionati, se non altro perché mostrano un approccio non esclusivamente “chimico” al problema dell’analisi dell’aria.

Humboldt scrive infatti a Delamétherie:

«Les travaux d’Ingenhousz, Landriani, Scherer et d’autres physiciens célèbres n’indiquent la quantité d’oxigène contenu dans l’atmosphère, qu’en degrés de l’échelle eudiométrique de Fontana. Ils n’ont pas réuni les recherches sur l’élasticité, la température, l’humidité, l’électricité et la transparence de l’air à celle de sa pureté (...) [12]».

E ancora, a riguardo del metodo innovativo:

«(...) J’ai aussi cru qu’il ne falloit pas analyser l’air à des époques fixes, mais qu’il vandroit mieux surprendre la nature sur le fait et décomposer l’air atmosphérique aussi souvent que les nuages se forment et qu’ils se dissolvent [12]».

I risultati raccolti da Humboldt, in questa visione complessa della ricerca che potremmo già definire chimico-fisica, non sono conformi a quelle che saranno le successive scoperte sulla proporzione degli elementi componenti l’atmosfera che Gay Lussac, insieme a Humboldt stesso, definiranno più tardi. Humboldt non aveva infatti mai trovato, durante una serie di ricerche condotte in varie parti d’Europa e specialmente nel laboratorio dell’École des mines insieme a Vauquelin e Tassaert, meno di 0,259 di ossigeno assorbito in volume utilizzando come mezzi eudiometrici gas nitroso (oggi ossido di azoto, NO), acido muriatico ossigenato e una soluzione di solfato di ferro [12].

⁸ Nella tabella, tratta da [12], sono riportati nell’ordine i seguenti dati: data e ora dei rilevamenti, dati eudiometrici, quantità di ossigeno nell’aria approssimata in millesimi, dati barometrici, dati termometrici, umidità presa con l’igrometro di Saussure, umidità presa con l’igrometro di De Luc, umidità reale presa con l’igrometro di Saussure corretta in rapporto alla temperatura, dati elettrometrici, “osservazioni sensibili” sullo stato del cielo.

La chimica dell'atmosfera nel viaggio alle regioni equinoziali

Partito per il sud America, Humboldt tiene informata la redazione parigina sull'esito e l'andamento delle proprie ricerche. Non è un caso che, nel comunicare le vicende scientifiche della spedizione, egli mette in primo piano le esperienze sulla composizione chimica dell'atmosfera. Dalla lettura della corrispondenza si può notare inoltre come l'indagine sull'atmosfera fosse diventata, a fronte dei problemi botanici e geognostici che l'esuberante natura tropicale suggerivano all'esploratore, solo il punto di partenza di una più ampia analisi dei fatti naturali, che lo scienziato vede tra loro sempre in intima connessione e mutua dipendenza⁹.

Sarebbero numerosi anche i luoghi della *Relation Historique du Voyage* in cui l'autore fa esplicito riferimento ai suoi esperimenti, ma ciò che è davvero interessante notare è come questo problema scientifico fosse tra i primari scopi dell'esplorazione a tal punto che, da poco iniziata la traversata da La Coruña, il pensiero è di «fare a bordo gli adattamenti necessari per organizzarci con i nostri strumenti e per facilitare così i nostri tentativi di compiere alcune esperienze chimiche sull'aria» [17 (vol. I, pp. 23-24)]. Uno dei propositi di Humboldt era infatti quello di studiare la composizione chimica dell'aria in diverse regioni del globo, specialmente nella regione tropicale e torrida, per scoprire se vi fossero sensibili variazioni della quantità di ossigeno presente nell'aria e quindi se la “respirabilità” della stessa subisse modificazioni in base ad aspetti climatici o geofisici delle varie zone della terra. In uno dei suoi più famosi testi legati all'esplorazione dei tropici, l'*Essai sur la Géographie des plantes* – dove si trova un interessante ragguaglio sul tema della composizione chimica dell'aria atmosferica del sud America [14] – Humboldt inizia la trattazione dicendo che nello sviluppo e nella distribuzione della vita vegetale numerosi fattori intervengono nel determinarne la collocazione geografica delle specie vegetali e animali. Una di queste variabili è proprio la composizione chimica dell'atmosfera che, parimenti alle caratteristiche geologiche del suolo che i vegetali “abitano”, può determinarne la diffusione o meno in una zona della terra di forme di vita vegetale e quindi, la fisionomia di una regione del globo.

Humboldt inserisce nel famoso grafico multidimensionale del Chimborazo i dati sulla composizione chimica dell'atmosfera¹⁰ presa a varie altezze nella cordigliera andina ma anche nelle paludose regioni prossime al sistema fluviale dell'Orinoco. L'esploratore tedesco non si limita quindi alle esperienze chimiche nel “laboratorio della natura” per trovare la corretta proporzioni degli elementi costituenti l'aria, ma collega sempre i propri dati ad altre problematiche, come la misura delle

⁹ In una lettera spedita da La Coruna al Barone K.M.E. Fr. von Noll (mineralogista austriaco) il 5 giugno 1799, Humboldt sostiene infatti: «analizzerò l'aria con l'aiuto della chimica. (...) Ma tutto questo non è l'obiettivo del mio viaggio. La mia attenzione non dovrà mai perdere di vista l'armonia delle forze interagenti, l'influsso del mondo inanimato sul regno animale e vegetale» [16].

¹⁰ Cfr. il grafico multidimensionale in [14].

esalazioni gassose in prossimità dei crateri o dei vulcani d'aria, allo studio della qualità dell'aria in prossimità di luoghi geografici malsani, che risultavano però fortemente antropizzati dai nativi, o la variazione della quantità di ossigeno in rapporto alla crescita e allo sviluppo di determinate specie vegetali.

Al ritorno dal viaggio

Al ritorno dal viaggio Humboldt si stabilisce a Parigi occupandosi della trascrizione e della pubblicazione degli innumerevoli dati raccolti nell'esplorazione delle regioni tropicali e centrali dell'America, frequentando al contempo una cerchia di scienziati ai quali si era già legato nel biennio parigini 1798-99. Fu nominato membro dell'Institut de France, dell'Académie des sciences e collaborò con l'École Polytechnique. Fu amico di Berthollet (tra i fondatori degli *Annales des chimie* e della Société chimique d'arcueil), frequentò Vaquelin e Delamétherie, quest'ultimo direttore del *Journal del physique*, e si confrontò con i vari La Place, Biot, De Candolle, Thénard, Collet-Chaptal, Arago e Gay-Lussac¹¹.

È con quest'ultimo che si creò il sodalizio più importante, che porterà ad una strettissima collaborazione proprio a riguardo della composizione chimica dell'atmosfera e più in generale del rapporto tra ossigeno e idrogeno. I due scienziati, a seguito di importanti esperimenti, leggeranno in una seduta della classe di scienze dell'Institut de France del 1805 una comunicazione dal titolo *Expériences sur les moyens eudiométriques et sur le principes constituans de l'atmosphère*, che subito venne pubblicata sul *Journal de physique* di quell'anno [5]. La struttura e i temi della comunicazione sono di grande valore per la storia della chimica, non soltanto perché uno dei due autori, Humboldt, si era scontrato nel 1798 con Davy, Berthollet e Théodore de Saussure, a seguito della determinazione del tenore dell'ossigeno assorbito in un eudiometro ad aria infiammabile – oscillante secondo il tedesco tra 0,23 e 0,29 in volume – ma anche perché quel lavoro poteva essere considerato una sorta di sintesi di anni di “esperienza chimiche” dei due autori. Humboldt, grande curioso della natura e infaticabile sperimentatore, aveva analizzato campioni d'aria nei luoghi più impensabili di due continenti. Gay-Lussac, la mente “fisico matematica” tra i due, era riuscito ad analizzare l'aria a più di settemila metri d'altezza, nel suo viaggio aerostatico, dimostrando che la diminuzione dell'ossigeno era irrilevante anche salendo negli strati alti dell'atmosfera.

Inoltre i due si proponevano non soltanto di dimostrare che il valore dell'ossigeno presente nell'aria fosse determinabile con più precisione rispetto a un generico 0,21 - 0,23 ma puntavano anche a definire se l'assorbimento dell'ossigeno e

¹¹ A proposito del periodo parigino e del fervore chimico vissuto da Humboldt sono emblematiche alcune parole scritte a Pictet nel 1808, riferite agli anni 1805 e successivi: «*Je vis toujours entre la soude et la potasse, entre Thénard et Gay-Lussac. Aussi l'ammoniaque, M. Berthollet, nous visite quelque fois; nous nous croyons tous hidrogénés*». Lettera citata in [22].

dell'idrogeno al momento della combustione nell'eudiometro di Volta potesse essere completo, se i due gas combinandosi producessero qualcosa di consistente, quale fosse la proporzione esatta di ossigeno e idrogeno per la formazione di acqua e, infine, i limiti strumentali dell'eudiometro di Volta. Il risultato esposto metteva una certa chiarezza sulla questione delle parti costituenti l'aria, che secondo i due, «parevano essere 0,210 di gas ossigeno, 0,787 di gas azoto, e 0,003 di gas acido carbonico» [14] con una carenza netta di idrogeno, praticamente assente nell'atmosfera e quindi ininfluyente per determinarne o meno la respirabilità. Nella memoria veniva anche accennato uno dei temi che diede una svolta alla chimica ottocentesca, ovvero la scoperta del rapporto di combinazione tra ossigeno e idrogeno nella formazione della molecola d'acqua. Questa brillante conquista sperimentale, sul quale Gay-Lussac continuò autonomamente a lavorare, ebbe origine proprio dal sodalizio chimico con Humboldt: elemento che basterebbe a dare maggiore importanza allo scienziato tedesco nella storiografia chimica.

La chimica nel rapporto con le altre scienze

I risultati delle ricerche chimiche di Humboldt nell'ambito dell'atmosfera non si esaurirono però negli anni a ridosso del rientro in Europa. L'autore tedesco tenne come riferimento le sue indagini, soprattutto dal punto di vista metodologico, indicando – sino alla sua ultima opera, *Kosmos*, che possiamo considerare la sintesi di tutte le sue ricerche e il testamento intellettuale lasciato ai posteri – l'importanza degli studi sulla chimica dell'atmosfera in rapporto alle altre scienze e soprattutto alle problematiche meteorologiche. Ad Humboldt interessava indagare il concatenarsi dei fatti, più che i fatti stessi, osservare i rapporti tra gli elementi più che i singoli elementi. Nel primo volume di *Kosmos* inserisce infatti alcuni paragrafi sull'atmosfera nella parte interamente dedicata al Cielo, alla Terra e alla Vita organica, dimostrando come da un singolo problema scientifico possa nascere una proficua trama di rapporti tra varie discipline:

«Il secondo, e veramente esteriore ed universale involucro del nostro pianeta, l'*oceano aereo*, di cui noi abitiamo i bassi fondi (altipiani e montagne), presenta sei classi di naturali fenomeni, tutti strettamente legati da una mutua dipendenza, e derivanti dalla costituzione chimica dell'atmosfera, dalle variazioni della sua diafanità, nella sua colorazione, nel modo onde polarizza la luce, dai mutamenti di densità o di pressione, di temperatura, di umidore e di elettrica tensione» [15].

La costituzione chimica dell'atmosfera può quindi essere il punto di partenza per la comprensione di ulteriori fenomeni fisici del globo, tutti tra loro in stretta dipendenza. L'importanza dello studio dell'atmosfera non si esaurisce però neanche al mondo fisico. La comprensione degli elementi che sono mescolati “nel fluido elastico che avvolge la terra” permette anche di estendere le riflessioni scientifiche all'antropologia. Humboldt conclude infatti il suo quadro naturale sull'atmosfera con un'affermazione di grande originalità:

«Contiene l'aria il primo elemento della vita animale, l'ossigeno; essa possiede un altro attributo non meno elevato; è il veicolo del suono, e quindi è, per i popoli, il veicolo del linguaggio, delle idee, delle relazioni sociali. Se il globo terrestre fosse sprovvisto di atmosfera, come il nostro satellite, la Luna, non sarebbe che un deserto, il regno del silenzio» [15].

Ancora una volta l'autore tedesco ci stupisce mostrando quanto stretto sia il legame tra studio dell'ambiente naturale e analisi delle forme di vita che con esso interagiscono e che, possiamo sostenere in conclusione, sono "chimicamente" in continua metamorfosi.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Agazzi, E., 2002. *The impact of Alessandro Volta on German culture*. In: «Nuova Voltiana. Studies on Volta and his Times» a cura di F. Bevilacqua e L. Fragonese, vol. IV, pp. 41-52.
- [2] Engelhardt, D. von, 2007. *Formazione, assimilazione e generazione in Goethe e nella botanica del XIX secolo*. In: G. Lachin (a cura di), *Goethe: evoluzione e forma*, Herrenhaus, Seregno, pp. 184-202.
- [3] Farinelli, F., 1998. Il pappagalo degli Atures. In: Humboldt, A. von, *Quadri di natura*, tr. it. di G. Melucci, La Nuova Italia, Firenze.
- [4] Foche, F., 2009. *Alexander von Humboldt Schizzo biografico dal vivo*, Il Prato, Saonara.
- [5] Humboldt, A. von - Gay-Lussac, J.F., 1805. In: *Journal del phisique et de chimie*, tome 60, pp. 129-168.
- [6] Humboldt, A. von, 1790. In: *Chemische Annalen fur die Freunde der Naturlehre*, t. I, pp. 414-418; t. II, p. 525.
- [7] Humboldt, A. von, 1792. In: *Chemische Annalen fur die Freunde der Naturlehre*, t. I, pp. 70-72.
- [8] Humboldt, A. von, 1793. In: *Giornale fisico medico di L. Brugnatelli*, vol. I, I semestre - febbraio, pp. 165-167.
- [9] Humboldt, A. von, 1794. *Aphorismen aus der chemischen Physiologie der Pflanzen*, Berlin, H.A. Rottmann.
- [10] Humboldt, A. von, 1797. *Versuche über die gereizte Muschel und Nerven-faser nebst Vermuthungen über das chemischen Process des Lebens in der Thier und Pflanzenwelt*, Posen, Decker und Compagnie - Berlin, H.A. Rottmann, 2 voll.
- [11] Humboldt, A. von, 1798. In: *Journal del phisique et de chimie*, tome 47, vol. IV.
- [12] Humboldt, A. von, 1799. In: *Journal del phisique et de chimie*, tome 48, vol. V.
- [13] Humboldt, A. von, 1799. *Experiences sur le galvanisme et en général sur l'irritation des fibres musculaires et nerveuses*, traduction de l'allemand par J. Fr. Jadelot, Paris, Didot jeune.
- [14] Humboldt, A. von, 1805. *Essai sur le Géographie des plantes*, (ed. con tavola allegata *Géographie des plantes équinoxiales dessiné par Schönberger et Turpin, gravé par Bouquet en 1805*) Paris, Schoell, pp. 108-112.
- [15] Humboldt, A. von, 1860. *Cosmos, ovvero saggio di una descrizione fisica del mondo*, tr. it. di G. Vallini, Grimaldo, Venezia, IV voll.
- [16] Humboldt, A. von, 1865 e 1869. *Correspondence scientifique et littéraire*, Paris, Ducrocq [poi] Guérin et C.ie, 2 voll.
- [17] Humboldt, A. von, 1986. *Viaggio alle regioni equinoziali del Nuovo Continente fatto nel 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 e 1804*, a cura di F.O. Vallino, Palombi, Roma, III voll.

- [18] Meyer, E. von, 1915. *Storia della Chimica, dai tempi più remoti all'epoca moderna*, cura di M. Giua e C. Giua Lollini, con prefazione di I. Guareschi, Hoepli, Milano, pp. 189-190.
- [19] Partington, J.R., 1972. *A history of Chemistry*, New York, Martino Publishing, 4 voll: vol. II, pp. 57-58; vol. III, p. 400, p. 477, p. 493; vol. IV, p. 18.
- [20] Poggi, S., 2000. *Il Genio e l'unità della natura. La scienza della Germania romantica 1780-1830*, Il Mulino, Bologna.
- [21] Taddia, M., 2007. *E l'approssimazione divenne legge...Le combinazioni gassose di Gay-Lussac*. In: «La chimica e l'industria», n. 6, lug/ago, pp. 142-146.
- [22] Vallino, F.O., 1986. "Prefazione". In: Humboldt, A. von, *Viaggio alle regioni equinoziali del Nuovo continente fatto nel 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 e 1804*, p. LXXII, note 47 e 48, Palombi, Roma.
- [23] Visconti A., 2009. Alexander von Humboldt e l'armonia della natura. In: A. Di Bartolo - A. Visconti (a cura di), *Immagini di scienza, viaggi e arte a 150 anni dalla morte del naturalista tedesco A. von Humboldt (1769-1859). Prime edizioni, atlanti, tavole, dalle collezioni della Biblioteca. Guida alla mostra bibliografica (Pavia 21-29 settembre 2009)*, Ibis, Pavia, pp. 7-17.