

II. — COMUNICAZIONI E RELAZIONI

ALESSANDRO VOLTA ED I SUOI STUDI SULLE FONTANE ARDENTI DI PIETRAMALA E DI VELLEJA.

Notizie del Socio M. BARATTA.

Alessandro Volta, di cui l'Italia oggi s'apparecchia a celebrare il centenario della meravigliosa sua scoperta, dalla quale è partita la prima scintilla che doveva poi suscitare una vera rivoluzione nelle scienze, nelle industrie e nella vita sociale del mondo civile, appartiene a quella gloriosa schiera dei fisici che fiorirono sulla fine del secolo XVIII e sul principio di questo, i quali non solo si accontentarono di far oggetto del più accurato studio i fenomeni trovati nei laboratori, ma applicarono la potenzialità del loro ingegno ed i principî della scienza alla interpretazione di quelli sì svariati e grandiosi che ci offre la natura.

Sulla fine del secolo passato un giusto indirizzo prevale: quello, cioè, che i fenomeni della natura debbono essere obbiettivamente studiati; per ciò vediamo i cultori delle scienze abbandonare di tratto in tratto i loro laboratori ed intraprendere viaggi, vere peregrinazioni scientifiche, affine di indagare sul luogo e *de visu* i fenomeni, e per raccogliere tutti gli elementi che potevano interessare l'argomento preso in considerazione.

Nella storia delle scienze s'incontrano figure sì intellettualmente grandi, che per poter convenientemente apprezzare l'efficacia della loro azione, è necessario tener presente ed aver conoscenza non solo delle opere che maggiormente contribuirono al progresso della scienza, procurando loro il plauso universale, ma eziandio degli studî minori, quasi dimenticati: fra i lavori ora meno ricordati del grande fisico comasco sono da annoverarsi quelli che riguardano le « fontane ardenti », vale a dire quei fuochi naturali, spesso trasmigranti, che perennemente stanno accesi sopra un terreno arido, e che resistono alle piogge, alle nevi e che solo può estinguere l'infuriare del vento. Di tali studî intendo qui brevemente parlare, accennando l'origine e la discussione cui essi dettero luogo.

Nel 1776 Alessandro Volta, mentre era professore di fisica a Como, diede alla luce due lettere *sull'aria infiammabile nativa delle paludi* (1): sono esse dirette al padre Giuseppe Campi, che gli aveva offerto l'occasione di esporre le proprie idee su tale argomento. Avendo questi descritto al Volta una sorgente di gaz infiammabile uscente spontaneamente ed in grande quantità in un luogo prossimo al colle di San Colombano al Lambro (2), il Volta, spinto dal desiderio di studiare tale fenomeno, si disponeva a visitare la località; ma da cause estranee ne fu poscia distratto. Trovandosi a Como e ripensando alla comunicazione fattagli dall'amico suo, gli venne in mente di ricercare se gli fosse dato di trovare anche in quei dintorni dell' « aria infiammabile ». E nel giorno 3 novembre, frugando in un pantano presso Angera, s'accorse che varie bollicine di gaz si portavano alla superficie dell'acqua limacciosa. Le raccolse accuratamente e nella mattina del giorno dopo, avendo accostato alla bocca della fiala una candela accesa, vide che il gaz ivi adunato chetamente abbruciava con fiamma azzurrina.

Confortato da tale successo, ripeté l'esperienza in altri luoghi presso il Lario ed il Verbano e sempre riuscì ad accertare la presenza di gaz infiammabile; anzi avendo affondato un bastone in un terreno paludoso sulle sponde del lago di Como e poscia estratto tutto ad un colpo, poté provocare l'accensione sull'orificio stesso del foro fatto: da tutte queste esperienze il Volta concluse ritenendo che « l'aria infiammabile » proveniva dalla decomposizione di sostanze organiche, in specie vegetali.

Il Volta, ancor dopo la pubblicazione delle citate lettere continuò le sue ricerche su tale fenomeno, perchè nell'ascensione del San Gottardo, fatta sui primi giorni del settembre 1777, lo vediamo ritentare, come egli stesso scrive, anche colà le esperienze:

«Non volli lasciar di provare a pescare aria dal fondo dei laghetti del S. Gottardo. Quest'aria, che raccolsi in buona dose, trovai essere della solita aria infiammabile che ho scoperto stanziare generalmente in fondo a tutti i fossi ed acque morte. Comechè però lo stesso sia il principio e la produzione di quest'aria infiammabile, pur colassù è sembrato più mirabile il ritrovarne, attesa la strana altezza, la natura del monte e del recipiente medesimo in cui raccolte trovansi quell'acque,

(1) *Lettere* dell'Ill.^{mo} Sig. D. ALESSANDRO VOLTA, Pub. Prof. di fisica sperimentale e Soprintendente alle Regie Scuole di Como, *Sull'aria infiammabile delle paludi*. Al Padre Carlo Giuseppe Campi, C. R. S. In Milano [s. d.] da Giuseppe Marelli [in 16°, pag. 16].

(2) Detta sorgente trovasi sotto Chignolo in riva al Lambro nell'angolo che questo fa con un canale da cui è attraversato superiormente, detto « La navazza ».

che sono ceppi di sasso vivo scavati, con sul fondo qualche piccolo sedimento di terra o loto leggero formatovi dalla macerazione di alcune erbe; e soprattutto atteso il quasi perpetuo e rigidissimo freddo che tien quei laghi stretti in durissimo ghiaccio, più di due terzi dell'anno... » (1).

Dalle ricerche sull'« aria infiammabile » fu il Volta trascinato a quelle delle *Fontane ardenti*: per verificare se tale fenomeno fosse dovuto a grandi ammassi di gaz sviluppantisi dalla lenta decomposizione delle sostanze organiche, volle egli studiare sul luogo qualcuna di tali fontane, e la scelta cadde prima su quelle di Pietramala e poscia su quelle di Velleja.

Presso il villaggio di Pietramala, ora costituente una frazione del comune di Firenzuola, nella valle del Santerno, si trovano i celebri *fuochi* prodotti da gaz uscente a sprazzi da varie invisibili screpolature aperte nelle argille galestrine.

Quantunque negli scrittori latini non si trovi cenno di tali fuochi, tuttavia la loro esistenza può essere dedotta dal fatto che ivi presso furono trovate parecchie monete di bronzo dei due primi imperatori romani, gettate forse in essi, come osserva il Targioni nei suoi Viaggi in Toscana, dai viandanti che ivi transitavano, per suffragare le anime dei defunti affinché potessero soddisfare Caronte al passaggio della stigia palude, credute essendo quelle fiamme altrettanti spiragli dell'inferno.

Di esse poi fa menzione nel secolo XV Pietro Candido nel seguente passo di un codice manoscritto conservato alla Vaticana di Roma dal titolo: *De rebus memoria et annotatione dignis*: « In Italia non longe a « Florentiola, oppido Apennini, ignis æternus terra oritur, cujus calor « in die perseverat: splendor in nocte duntaxat visitur » (2).

Il sassone Lorenzo Schrader nei suoi Monumenti d'Italia, accennata Firenzuola, ricorda pure i fuochi di Pietramala con le seguenti parole: « Ad D. pas. hinc Bononia adventatibus ad lævam mons altus est,

(1) *Relazione* del Professore ALESSANDRO VOLTA: *Di un suo viaggio letterario nella Svizzera*, ora per la prima volta pubblicata in occasione delle faustissime nozze Stabellini-Réina [pag. 27-28]. Milano, dalla Società Tipografica de' Classici Italiani, MDCCCXXVII. [in-16°, pagg. viii+48]. - Di questo raro opuscolo, tirato in soli 76 esemplari, trovasene una copia alla Biblioteca Universitaria di Pavia, alla segnatura (nuova) 130. A. 26. - Dell'ascensione alpina fatta al San Gottardo se ne occupa con grande competenza il mio amico prof. M. Cermenati in un lavoro che presto uscirà per le stampe.

(2) Questo passo citato dal Brocchi nella sua *Conchiologia fossile sub-Apennina*, erroneamente è attribuito dal suddetto A. a Velleja, per aver scambiato il nome di Firenzuola con Fiorenzuola nel Piacentino.

« qui fumum emittit, atq. magnas etiam flammæ præsertim cum pluvia, » vehementior cadit » (1.) Ricordano pure tale fenomeno Girolamo Cardano nel *De subtilitate* ed il Falloppio nel suo libro *De Thermis*, come trovo citato dallo Spallanzani.

Nel dicembre 1705 tali terreni ardenti furono visitati dal Bianchini (2), che entro lo spazio di oltre 100 piedi quadrati vide molte fiammelle assai vivaci elevarsi a circa mezzo piede d'altezza; quindi nel 1765 dal Lalande (3), che propose di utilizzarli come sorgente gratuita di calore; nel 1776 dal Ferber (4) e posteriormente dal sig. Fougereux de Bondaroy il quale (5) vi distinse quattro spiragli, chiamati del *legno*, del *piglio*, *Montaggiolo* e *Canida*.

Per quanto incompleto sia il presente cenno sui varî autori che prima di Alessandro Volta visitarono o parlarono dei fuochi di Pietramala, si vede benissimo che essi godevano presso gli scienziati una vera celebrità: ed è forse appunto per questo che dal fisico comasco furono prescelti come oggetto delle proprie ricerche e come prova della propria teoria.

Ecco le principali osservazioni e deduzioni fatte dal Volta nell'esplorazione compiuta a Pietramala nella metà del settembre 1780:

« Alla distanza di poco più d'un mezzo miglio al disotto il villaggio, sul pendio del monte » egli scrive (6) « evvi un terreno, come un piccol campo, il quale mirato anche da lungi vedesi coperto da fiamme, che sorgono all'altezza di alcuni piedi, fiamme leggiere ondegianti, e di color ceruleo la notte, come s'accordano tutti a riferire gli abitanti di quelle vicinanze: in tempo di chiaro giorno queste fiamme

(1) *Monumentorum Italiae, Quæ hoc nostro sæculo & a Christianis posita sunt*. Libri Quatuor. Editi a LAVRENTIO SCHRADERO, Halberstadien: Saxone. Helmæstadii Typis Jacobi Lucii Transylvani MDXCII. [Carta 77 recto].

(2) *Des Observations faites au mois de décembre 1705* par M. BIANCHINI, *sur des feux qui se voient sur une des montagnes de l'Apennin*. (Extrait par M. Cassini, le fils) in « Hist. et Mem. de l'Acad. R. des Sc. » Année MDCCVI [pag. 336-39]. Paris, MDCCXXXI.

(3) [LALANDE]: *Voyage d'un françois en Italie fait dans les années 1765 & 1776*. [Tome II. pag. 122] Yverdon, MDCCLXXIX.

(4) *Lettres sur la Minéralogie et sur divers autres objets de l'Histoire Naturelle de l'Italie*, écrites par Mr. FERBER, ouvrage traduit par Mr. le B. DE DIETRICH [pag. 419-24], Strasbourg, chez Bauer & Treuttel, MDCCLXXVI.

(5) FOUGEROUX DE BONDAROY: *Seconde Mémoire sur le Pétrole et sur les Vapeurs inflammables communes dans quelques parties de l'Italie*, in « Hist. et Mem. de l'Acad. des Sc. » Année MDCCLXX [pag. 45-52]. Paris, 1773.

(6) A. VOLTA: *Memoria sopra i fuochi de' Terreni e delle Fontane ardenti in generale e sopra quelli di Pietra Mala in particolare*, in « Mem. di mat. e fisica della Soc. Ital. » Vol. II, Parte II [pag. 662-75], Verona, MDCCLXXXIV.

non si scorgono che assai dappresso, e appaiono assai tenui e rossigne... » Aiutato da alcuni contadini che, collocando dei legni secchi, resero visibili le varie fiamme, Alessandro Volta potè farsi una esatta idea dell'insieme del fenomeno. « Cotali fiamme », aggiunge, « sono qua e là sparse e disseminate per l'estensione di poche tese d'un terreno che resta scoperto, piuttosto leggiero ed arido; ed occupano segnatamente i luoghi dove questo si trova visibilmente più raro e secco. Talvolta cambiano di luogo, ma più sovente di volume, quando in larghezza e quando in altezza: qui guadagnan terreno, e si riuniscono più fiamme insieme, là si ritirano e si disgiungono: si può anzi sopprimerne alcune ed ingrandirne altre a talento...; a misura che si sopprimono alcuni de' getti, crescono in forza gli altri.... »

Volta riuscì a far aumentare a varie riprese l'altezza delle fiamme, battendo i piedi e calpestando con forza il terreno prossimo ai varî getti: ciò lo persuase della esistenza di un vero serbatoio entro cui si doveva raccogliere il gaz infiammabile già formato, per uscire poi attraverso screpolature invisibili ed accendersi all'aperto.

Le opinioni proposte dai varî naturalisti per spiegare l'origine dei fenomeni dei quali qui ci occupiamo, furono sempre molto disperate, ma ordinariamente - rare eccezioni fatte - furono essi attribuiti all'azione dei corpi ritrovati in prossimità dei luoghi ove si producevano le fiamme, cioè od alla decomposizione delle piriti, o soprattutto al petrolio. Volta però che aveva fatto, come abbiamo visto, la bella osservazione che dal fondo delle paludi si svolge un'« aria infiammabile », volle applicare tale principio alla interpretazione delle fontane ardenti di Pietramala, convinto che un gaz perfettamente simile a questo delle paludi fosse quello che alimentava i fuochi naturali. Però aggiunge « si avrà forse difficoltà a persuadersi che esista sotto questo terreno una provvisione di aria infiammabile così grande, da poter somministrare alimento perenne all'ardere di tante fiamme. Ma se vogliamo supporre che si trovasse altre volte in quel luogo una gran palude, la quale sia rimasta da gran tempo sepolta per uno di quegli accidenti che è facile immaginarsi, sarà anche facile intendere che le sostanze vegetabili e animali continuando a decomporsi vi abbian colà entro lasciato il prodotto della loro aria infiammabile, la quale ritenuta in quella sotterranea prigionia, da cui esala sol poco a poco trapelando dal terreno, non sia per anco consumata: se si suppone, ciò che è ancora più verosimile, che una quantità di materia putrescente venga continuamente condotta in quella vasta cavità sotterranea (che in ogni conto dobbiam ammettere che vi sia) da alcuni ruscelli carichi di spoglie vegetabili ed animali, i quali vi scolano come in una fogna, niente

più vi mancherà per la formazione di quel magazzino d'aria infiammabile, ampio, inesausto, di cui abbiamo bisogno... »

Aggiunge poi che il gaz infiammabile potrebbe esser fornito da qualche miniera vicina, per esempio, di carbon fossile, ma egli è più proclive a credere che esso sia identico a quello scoperto nei fondi delle acque stagnanti, e ciò primieramente perchè questo è più comune e si svolge in maggior quantità che non l'altro, ed in secondo luogo perchè il modo di accensione dell'« aria delle paludi » è simile a quello del gaz di Pietramala, del quale notò che emanano pure bolle attraverso l'acqua di una fonte posta a piccola distanza dal terreno ardente (*acqua buja*).

Siccome però, come ho già avuto occasione di notare, qualche naturalista aveva espresso l'opinione che tali fiamme fossero connesse con la presenza dei petroli, il Volta aggiunge che si potrebbe tutto al più attribuire una parte soltanto del fenomeno all'« aria infiammabile » ed una parte al petrolio, del quale egli a torto nega l'esistenza. Ho detto a torto, perchè mentre già alcuni altri naturalisti dall'odore della terra nericcia circostante al terreno ardente ne avevano inferita la presenza, il Volta ritenne che tale odore fosse invece prodotto dall'arrostimento della terra stessa a contatto del fuoco.

Abbiamo visto che lo Schrader aveva già notato che l'altezza delle fiamme di Pietramala cresceva allorquando cade della pioggia: e ciò fu ripetuto anche da varî altri che scrissero intorno al nostro argomento. Il Volta, per trovare una spiegazione plausibile di tale fatto, ideò un apparecchio riproducente in proporzioni minuscole i fuochi osservati. Consisteva esso in una cassa, riempita di gaz infiammabile, sul cui lato superiore erano praticati varî piccoli fori ed altri più grossi, protetti da un graticcio di fili di ferro: tale lato era infine ricoperto di sabbia e di minuta ghiaia con qualche ciuffo di erbe. Ora versando con un inaffiatoio dell'acqua sul terreno preparato come ho detto sopra, e munito di un canale adducente all'interno del recipiente, tosto che l'acqua scendeva, il gaz sfuggiva attraverso i piccoli fori per le pietruzze: sicchè accostandovi un lume si poteva accendere. Le fiammelle tanto più si innalzavano quanto più abbondante era la pioggia d'acqua che scendeva sul terreno e quindi nell'interno del vaso.

Posteriormente alla pubblicazione della Memoria sui *Fuochi* di Pietramala, Volta ritornò sull'argomento delle Fontane ardenti con un altro scritto (1),

(1) A. VOLTA: *Appendice alla Memoria sopra i fuochi de' terreni e delle fontane ardenti... Ove parlasi particolarmente di quelli di Velleja*, in « Opusc. scelti sulle Scienze e sulle Arti ». Vol. VII. Milano, MDCCLXXIV.

che costituisce un appendice del precedente, nel quale si trovano descritte le osservazioni fatte sui fuochi di Velleja, cui si recò insieme con Serafino Volta ed con Carlo Amoretti circa la metà del maggio 1784.

Tali fuochi sorgono lontani alcune centinaia di passi dalle rovine di Velleja, che il Volta erroneamente ritiene stata desolata da frane e da scoscendimenti: due erano i punti da cui si elevano le fiamme; uno vicinissimo al torrente Chero, l'altro alcuni passi più in là; dai terrazzani seppe che non sempre ardono ambedue i focolari; che più soggetto a spegnersi è il più piccolo, il secondo dei due nominati.

Dopo esser riuscito a spegnere e quindi a riaccendere la sorgente, e dopo aver considerata la località, il Volta conclude che egli ha sempre creduto che l'origine dell'aria infiammabile sia dovuta alla lenta decomposizione di sostanze vegetali ed animali, di quei corpi, cioè, dai quali si ricava per distillazione una simile « aria »; tra questi pone gli olî ed i bitumi, che anzi opina essere appunto la parte oleosa delle anzidette sostanze organiche o la sola o la principale che fornisca, tanto naturalmente che artificialmente, il gas di cui si tratta. Egli non vuole escludere il petrolio, giacchè, come gli altri olî, come ogni altra sostanza infiammabile, può decomporsi, produrre gas infiammabile e quando quello che si trova in sì grande quantità sotto i terreni ardenti di Pietramala e di Velleja fosse così prodotto, vorrebbe forse dir per questo, aggiunge egli, che sia petrolio quello che ivi arde?

A Velleja fra Alessandro Volta ed i suoi compagni di viaggio devono essere sorte grandi discussioni sulla origine delle fontane ardenti, perchè tanto Serafino Volta (1) quanto l'Amoretti (2) pubblicarono poco dopo rispettivamente la loro relazione.

Serafino Volta, considerando l'odore delle fiamme e del terreno, il colore di questo, la presenza di tracce di petrolio nelle fonti vicine ai terreni ardenti, fu condotto ad attribuire la causa di tale fenomeno al petrolio stesso. Questo gas - in essenza non dissimile dal petrolio - sarebbe prodotto dalla decomposizione di sostanze organiche, e quindi per azione del calore sotterraneo tramutato in nafta, che poi, per una nuova elaborazione passerebbe allo stato di gas accensibilissimo.

Gli scritti del Volta intorno a questo argomento sollevarono vivaci

(1) *Osservazioni di Storia Naturale sul viaggio da Fiorenzuola a Velleja*, del Can. SERAFINO VOLTA, in « Opusc. scelti sulle Sc. e sulle Arti ». Vol. VIII [pagine 140-156]. Milano.

(2) *Lettera dell'Ab. CARLO AMORETTI Su un viaggio fatto da Pavia a Velleja*, in « Op. cit. » [pag. 59-68].

polemiche alle quali presero parte fra gli altri il Razoumowsky (1) e Lazzaro Spallanzani (2). Quest' ultimo con mordace arguzia ribatte le opinioni sostenute da Alessandro Volta, cominciando a contestargli che non da tutte le paludi si svolge l'idrogeno: egli non trovò conforme ai fatti osservati l'ammettere che esista una vasta palude sepolta da frane o da scoscendimenti avvenuti presso le località ove ardono i fuochi. Ma anche ammettendo ciò, egli afferma che lo sviluppo del gaz non avrebbe potuto perdurare dal tempo di cui abbiamo avuto notizia dell' attività dei fuochi fino ai nostri giorni; che le sostanze organiche attualmente dovrebbero essere del tutto decomposte; che i corpi sepolti sotto al mantello di terreno trasportato non potrebbero decomporsi per mancanza di calore e del contatto con l' aria atmosferica. Reca inoltre varî esempi per dimostrare che se la supposta palude fosse rimasta coperta da una frana, questa avrebbe impedita l'uscita del gaz ed infine dice che nessun indizio si trova sul luogo di rivi carichi di spoglie di animali o di vegetali che si immettano in cavità sotterranee, e che difficilmente - procedendo per esclusione - si potrebbe trovare quali piante o quali animali potrebbero essere dai supposti rivi trasportati.

Riguardo all'origine del gaz infiammabile lo Spallanzani, che molto si occupò dello studio dei terreni ardenti e delle salse dell' Appennino emiliano, analizzando non solo i prodotti gassosi emanati, ma rivolgendo il suo acuto occhio di naturalista al suolo, ove si producevano tali manifestazioni, fu indotto ad ammettere che non unica sia la causa produttiva del gaz nelle salse e nei terreni ardenti, che ciascuno di essi è una causa peculiare, modificata nei suoi effetti dalle sostanze particolari che si trovano in ciascuna località.

In una prossima nota, in cui prenderò in esame le esperienze fatte e le idee teoriche sostenute dallo Spallanzani, ritornerò ancora sull'argomento delle Fontane Ardenti.

(1) In: ROZIER *Journal de Physique*, tome XXIX [pag. 177-88].

(2) SPALLANZANI L.: Viaggi alle Due Sicilie e in alcune parti dell' Appennino. Milano 1826 (cfr. specialmente i capitoli XXXVIII, e XI.).