

SU LE OPERE E GLI SCRITTI

DI

CARLO MATTEUCCI.

NON è solo nel tempestoso campo della politica che i giudizi de' partigiani, siccome appassionati ed intemperanti, ben di sovente travolgono la comune opinione, rendendola ingiusta ed irriverente verso uomini degnissimi della pubblica stima. Anche negli incerti campi della filosofia speculativa non di rado occorre che taluni ingegni, audaci e battaglieri, pervengano a gittare il dispregio su le modeste e caute dottrine, che più dappresso al vero si attengono.

Codesti travimenti della opinione pubblica ben si ponno ascrivere alla boria degli uomini volgari — per dirla col Vico, — i quali amano mostrarsi più recisamente determinati, appunto nelle questioni più intricate, nelle quali essi meno chiaramente intendono; epperò, in difetto di soda dottrina, lasciano corso alle smodate suggestioni della fantasia e della passione. Così accade che nella politica e nella filosofia, non meno che nelle controversie religiose, troppo spesso vediamo sopraffatta la ragione da ciò che possiam dire il fanatismo.

Ma non accade così nel campo più calmo e più operoso della scienza sperimentale od induttiva, dove le nozioni più chiare e le dottrine meno incerte si guadagnano il comune assentimento, senza bisogno di artifiziose ed accalorate declamazioni.

Tant'è però l'influenza, quasi direi, turbinosa della politica, che non è molto vedemmo, d'un tratto, oscurarsi la fama di chi era poc'anzi riverito tra i più distinti scienziati de' tempi nostri, per ciò solo ch'ei pose il piede anche sull'instabile arena delle

questioni politiche: e, nel mentre l'opinione pubblica mostravasi ingiusta nell'apprezzare l'opera sua in cose amministrative, pareva anche dimentica de' tanti suoi meriti scientifici. Ora però che, sventuratamente, egli ha cessato di essere, i giudizi cominciano a radrizzarsi, e si riconosce il vuoto da lui lasciato, tanto nella scienza, quanto ancora nella pubblica amministrazione.

Di questo rinsavimento della comune opinione ebbimo un segno nella impressione di sorpresa, che da molte parti si manifestò all'udire che il dotto forlivese, del qual vogliam parlare moriva in età molto meno avanzata ⁽¹⁾ di quanto lo si credesse. Poichè tale fu la somma e la varietà degli studj da lui compiuti e delle opere e memorie da lui pubblicate, che, a ragione, si pensava dover egli avervi speso intorno un ben più lungo volgere di anni.

Cresciuto nel seno della modesta famiglia di un medico ⁽²⁾, di ingegno pronto ed operoso, educato di subito a severi studj, egli già pubblicava alcuni pregevoli opuscoli, innanzi di ottenere la laurea dottorale ⁽³⁾, ed, avvantaggiata poi dagli utili insegnamenti della scuola politecnica di Parigi, dove suo padre il mandava con lodevole sacrificio di sè per soddisfare ad un vivo desiderio del figlio, il Matteucci ebbe la sorte, ancor giovane, di sentir celebrato il suo nome pur fuori d'Italia.

I.

I primi lavori del nostro forlivese nel campo della scienza furono indirizzati all'elettricismo atmosferico, accennando così insieme a quelle due discipline che furono, anche in appresso, l'obbietto principale de' suoi studj, cioè la elettrologia e la meteorologia. E davvero desta meraviglia il vederlo, appena dieci-settenne, pubblicare un opuscolo d'oltre 70 pagine: *Sul temporale* (1828), nel quale dimostra una piena conoscenza delle indagini fatte insino allora da Nollet, da Franklin, da Canton, dal Beccaria, dal Volta, dal Pouillet, dal Fusinieri, dall'Orioli e

(1) Il Matteucci cessò di vivere il 25 giugno ora scorso, in età di 57 anni.

(2) Nacque in Forlì il 21 giugno del 1811.

(3) Venne laureato dottore in matematica nel 1829 all'Università di Bologna.

dal Bellani intorno ai fenomeni di meteorologia elettrica. E più ancora reca meraviglia il vederlo discorrere così assennatamente su le fonti probabili della elettricità terrestre-atmosferica; intorno a che produce anche sue proprie esperienze, ch'egli avea poco innanzi pubblicate in altro scritto (*Discorso sull' influenza dell' elettricità nelle meteore acquee*).

E già in questo lavoro si rivela l'indole speciale del suo ingegno, intento a schiarire, in opera di esperienze, quei fenomeni che la natura ci manifesta in condizioni assai complesse, senza però avventurarsi di troppo in congetture non suscettibili di prova sperimentale. Così nella meteorologia, i cui fenomeni colpiscono tanto fortemente le immaginazioni anco più volgari, e che per la loro apparente irregolarità si giudicano quali fortuiti o capricciosi accidenti della natura, è da sceverare, di mezzo ad un gran viluppo di fatti, quanto sia dovuto a ciascuna condizione fisica in particolare, la mercè di pazienti analisi. E così più particolarmente accade pei fenomeni che accompagnano i temporali, i quali sembrano i più difficili ad intendersi, perchè, insieme colle comuni idrometeore, v'intervengono anche i fatti dell'eletticismo. Ma, appunto per questa maggior complicazione, codesto ordine di fenomeni, ove sia convenientemente studiato, deve meno difficilmente rivelare quelle intime connessioni che sussistono fra le variazioni nella temperatura, nella umidità relativa e nella pressione delle varie parti della atmosfera, e ancora tra queste e la direzione dei venti e la tensione elettrica dell'aria. Anche la meteorologia aver deve le sue leggi, come ogni altro ordine di fatti cosmici, e queste leggi devono dipendere dalle relazioni che stanno fra le diverse forze od energie della natura; e queste relazioni poi si potranno forse rilevare men difficilmente là dove codeste varie energie si avviluppano tra loro maggiormente.

E così ancora avvenne che il Matteucci volgesse ben presto tutto il suo ingegno a decifrare i fatti fondamentali della pila voltiana, giacchè questo è tale un mirabile apparecchio dove si stringono in fraterlevole alleanza, ben può dirsi, tutte le energie fisiche, e che perciò fu uno dei più efficaci stromenti pel progresso delle alte dottrine fisiche, e verso il quale giustamente si volsero i più potenti ingegni dell'epoca nostra.

Diciam pure che i due grandi principj della fisica moderna, quello della correlazione delle forze, inaugurato da Grove, e quello della loro equivalenza, segnalato da Mayer e da Joule, non avrebbero potuto nemmeno concepirsi, dove non fosse stato l'elettro-motore voltiano, il quale mostra a chiari segni che il calore,

l'affinità chimica, l'elettricità ed il magnetismo, sono altrettante forme di quella energia meccanica che è, sotto forma di moto, nella materia dei corpi.

Epperò il nostro giovane fisico non solo si volgeva a studiare di proposito la pila, ma ben presto egli ne traeva uno di quei fatti che appunto servirono di fondamento alla or accennata moderna dottrina; cioè dimostrò, con appropriate esperienze, che la somma delle azioni chimiche compiute da un elettro-motore su quei corpi che si dispongono a formare arco conduttivo fra gli elettrodi, risulta eguale alla somma delle azioni chimiche, che, in pari tempo, si compiono fra gli elementi stessi dell'elettro-motore.

Grandissima è la importanza scientifica di questo fatto. E prima esso traeva il Matteucci a non accettare troppo letteralmente, come fecero molti altri fisici italiani, il principio della elettromozione pel semplice contatto di corpi eterogenei. Egli ben si avvide che dove una effettiva azione chimica, accompagnata qual'è da una produzione di calore, non intervenisse a mantenere una effettiva energia elettrica, sarebbesi ben potuto avere per l'eterogeneità del contatto uno stato di opposta tensione elettrica, ma non mai un effettivo lavoro chimico di decomposizione, compiuto da ciò che diciamo la corrente voltiana. Oggi possiam dire con più brevi e più chiare parole, che il lavoro chimico scompositore esterno di una pila deve essere commisurato col lavoro chimico di combinazione che si compie nell'interno di essa. Fece anche particolar studio sul modo con che i composti ternarii vengono ridotti dalla pila, e su le variazioni nella intensità e nel verso delle correnti date da due determinati metalli, lorchè si muta il liquido che è posto ad operare su di essi; e studiò ancora quelle modificazioni che provano alcuni corpi, che servono di mezzo alla elettrolisi, per cui si dicono polarizzati, come accade per gli elettrodi di platino, i quali possono operare, alla lor volta, da elettro-motori.

E dall'insieme di queste sue ricerche venne condotto ad appoggiare quella teoria che fu propugnata in Inghilterra dal Faraday, in Francia dal Becquerel, ed in Germania dal Parrot, sotto il nome di teoria chimica della pila. Anzi possiam dire che egli divenne ben presto uno dei più rispettati difensori e propagatori di così fatta dottrina, la quale, dobbiam dire ad onore del vero, era già stata in Italia sostenuta dal Dal-Negro (1802), con molte ed assennate esperienze, le quali però non soltanto non giunsero a notizia degli stranieri, ma furono anche quasi completamente trascurate dagli Italiani.

Nè si creda che codesta quistione su la origine della elettricità nella pila si risolva, come alcuni pensarono, in una mera quistione di parole. La forza elettro-motrice, secondo il Volta, ha per condizione fondamentale, e, potremmo dire, unica, la eterogeneità dei due corpi posti a contatto fra loro. Ben è vero che per promuovere una corrente voltiana si richiede il conflitto di due corpi di diversa natura. Ma questa non è la quistione vitale. Trattasi di determinare, se basta codesto eterogeneo contatto a mantenere successivamente ciò che diciamo la corrente elettrica, quale una energia, capace di vincere una serie di resistenze, ossia a produrre una serie di lavori.

La dottrina del Volta, sotto un tal punto di vista, esercitò una azione sfavorevole al progredire della scienza, in un modo tutto affatto analogo a quello con cui la dottrina del calorico latente nei vapori riesci sfavorevole al progredire della teoria delle macchine a vapore.

Codesto paragone non è punto azzardato. I partigiani del Volta, curando solo la prima condizione della elettro-mozione, non badarono alle altre più importanti condizioni riguardanti la intensità e la durata della azione elettro-motrice, e quindi poco si preoccuparono delle condizioni di maggiore efficacia e di minore dispendio di codesto apparecchio fisico, e troppo leggermente si lusingarono di avere in esso un congegno creatore di forza; invece di riguardarlo siccome una semplice macchina, la quale serve a trasmettere e dirigere l'azione di una energia fisica, che debbesi ad essa primamente applicare, indirizzandola a vincere una determinata resistenza, ossia a produrre un determinato lavoro. In simil modo si credette per gran tempo che la forza espansiva del vapore formato da un generatore potesse produrre effetti meccanici pel fatto stesso della sua elasticità, senza che fossevi bisogno del dispendio di alcuna tra le energie fisiche: si credette insomma possibile che il vapore acqueo, passando nel cilindro, dove sollecita al moto un embolo che vince delle resistenze esterne, potesse, quando fosse impedita ogni perdita di calore per comunicazione e per irraggiamento attraverso le pareti del cilindro stesso, uscire da esso in tal condizione da poter ridare entro il condensatore intera la quantità di calore, che esso conteneva in istato latente all'atto in cui passò dal generatore al cilindro medesimo.

Ebbene, come da una pila qualsiasi non può prodursi all'esterno un dato lavoro chimico, od una data quantità di calore, od una data azione magnetica, ove non si spenda nell'interno dell'elettro-

motore una quantità equivalente di calore prodotto in opera di un'azione chimica equivalente; così ancora, nella macchina a vapore, non si può produrre all'esterno un lavoro meccanico, se il vapore, nel sollecitare al moto l'embolo, non consuma una quantità di calore equivalente a quel lavoro.

Ed è in questo senso che stimiamo avere il Matteucci fatta opera assai utile pel progresso della elettrologia, allorchè si fece propugnatore della teoria chimica del piliere voltiano. Possiam dire che ne' suoi studj egli sia stato più volte favorito da una giusta intuizione del vero, ancor quando egli non comprendesse tutta la estensione e la importanza de'suoi studj e de' suoi trovati. Lo ripetiamo, se la teoria della elettromozione Voltiana non fosse stata soverchiata dalla teoria chimica, non sarebbe sorta così presto la dottrina della correlazione delle forze come ancora, se la teoria del calorico latente non avesse dovuto tacere innanzi alla teoria della energia molecolare dei fluidi aeriformi, sarebbe stata più a lungo ritardata la dottrina dinamica del calore. Non sono dunque codeste quistioni di parole, ma quistioni di chiarezza e di precisione di idee.

L'energia chimica delle combinazioni voltiane e l'energia termica delle motrici a vapore, comechè suscettive di esatta misura, si prestano a risolvere facilmente molti problemi pratici, per la soluzione dei quali le teorie della forza elettromotrice e del calorico latente non potevano dare nessuna sicura guida.

Anche nelle ricerche assai pazienti e molteplici istituite dal Matteucci intorno ai fenomeni della induzione elettro-statica e della induzione elettro-dinamica, ed intorno al diamagnetismo spicca chiaramente l'indole insieme positiva e teorizzatrice della mente del fisico romagnolo. Le dottrine ingegnose del Faraday trovarono in lui un abile interprete, il quale, nell'atto di arrecarvi in favore novelli argomenti sperimentali, ne correggeva, per così dire la tendenza troppo speculativa; e dall'altra parte additava nuove vie, colle quali è dato penetrare nel più intimo di quegli astrusi fenomeni. E così egli s'adoperò soprattutto a mostrare quanta influenza avessero in codesti fenomeni le condizioni fisiche di struttura molecolare e di densità di corpi, ne' quali essi si manifestano. Le sue facili, ed insieme eleganti esperienze intorno alle condizioni di forma interna per cui una stessa sostanza ora può disporsi secondo la linea dei poli d'un poderoso elettromagnete, ed ora secondo una direzione ad essa perpendicolare, e per cui ora la si potrebbe dire paramagnetica ed ora diamagnetica, porgono uno de' più distinti esempj delle intime relazioni

che legano le energie fisiche colle condizioni molecolari, e porgono insieme una bella applicazione della massima fondamentale del sommo Galileo, il quale opinando che, ad eccitare in noi le diverse affezioni che chiamiamo suoni, calori, odori, sapori, colori, ecc., altro non si richiedesse ne' corpi che parti di varie dimensioni e movimenti di varia velocità, preludeva chiaramente ai fondamentali principii della fisica moderna.

II.

Codesta giusta intuizione scientifica del nostro fisico e la sovraccennata sua tendenza a toccare le quistioni più complesse in apparenza, ma in fatto meglio suscettive di utili risultati, l'incontriamo nelle ingegnose ed assidue ricerche da lui fatte sino da suoi primi passi nella scienza intorno alla elettricità negli animali.

È questo ancora un campo in cui gli italiani si erano già acquistata molta gloria; ma dove pure, sgraziatamente, talune erronee dottrine impedirono quel rapido incremento che avrebbero potuto dare. Galvani aveva sfiorato il vero, mostrando le contrazioni della zampa denudata di una rana, mercè un arco metallico omogeneo. Ma pensava egli che l'elettricità manifestantesi in tal atto fosse dovuta ad una permanente opposizione di tensione fra muscolo e nervo. Il qual pensiero, sebbene non esatto, poteva condurre ad utili ricerche, ove non fosse sopraggiunta la più autorevole dottrina del Volta a far credere, che quelle parti organiche dell'animale fossero passive rimpetto alla prevalente efficacia dell'arco metallico, le cui estremità si trovassero di qualunque modo, in diversa condizione; e tutt'al più operassero siccome un sensibile elettroscopio.

E ancor quando, molto dopo, nel 1827, il Nobili veniva dimostrando ciò che egli acconciamente chiamava la corrente propria della rana, codesto nuovo lampo di luce perdeva ogni valore: perciocchè il fisico di Reggio congetturava che siffatta corrente, anzichè derivare dalle proprie condizioni fisico-chimiche del muscolo e del nervo, provenisse indirettamente da ciò che codesti due corpi, svaporando con diversa energia, e riducendosi così a diversa temperatura, operassero poi come una coppia termoelettrica. E quindi anche la ingegnosa sua esperienza di disporre in serie parecchie zampe di rana, così che il muscolo dell'una toc-

casce il nervo dell'altra, per cui ebbe una più sentita corrente al galvanometro, perdetto pure ogni importanza quanto alle applicazioni fisiologiche.

Invece il Matteucci, penetrato dall'idea che codeste correnti fossero originate direttamente dal lavoro chimico-fisiologico di respirazione e di nutrizione, riprendeva quelle esperienze e, con sagace analisi, giungeva a dimostrare che il muscolo della rana da per sè solo, cioè indipendentemente dal nervo in esso inserito poteva far luogo ad una distinta corrente, stabilendo arco fra qualche punto d'una sua sezione trasversale ed alcun punto della sua esterna superficie, e che poi, disponendo in serie parecchi tronchi di muscolo per modo che la sezione interna dell'uno toccasse la superficie esterna dell'altro, si otteneva un efficace elettromotore, il quale certamente traeva la propria energia dall'interno lavoro chimico. E, a completare codeste sperienze, mostrava egli più tardi che, quando un muscolo di una rana, contenuto in un atmosfera di ossigeno, vien fatto ripetutamente contrarre per esterna irritazione, assai notevole è la produzione di acido carbonico che se ne ottiene mercè l'atto respiratorio del muscolo, per cui parte del carbonio del proprio sangue si combina coll'esterno ossigeno con maggiore attività che non farebbe il muscolo stesso, lasciato per un egual tempo tranquillo in quella atmosfera, cioè senza dare contrazioni.

E similmente, studiando le condizioni anatomo-fisiologiche dell'organo elettrico della torpedine, si adoperò per dimostrare che le scariche elettriche date da codesto animale avevano una speciale attinenza con una particolar struttura, ma più ancora col particolare lavoro chimico di quell'organo: tantochè, ancor dopo molte ore dalla morte dell'animale, un pezzo di tal organo, convenientemente saggionato col galvanometro, continuava ad operare siccome una coppia elettromotrice.

Noi abbiain qui taciuto tant'altre esperienze, istituite dal fisico forlivese, per toccare solo in modo sommario dell'opportuno indirizzo che egli seppe dare a questi studj, e pei quali giustamente si procacciò molta fama anche fuori d'Italia. La fisica era finalmente chiamata, sotto un giusto aspetto, a schiarire i fenomeni dei corpi organizzati ed a sottrar quindi la fisiologia da quelle fantastiche dottrine di forze vitali, di fluidi biotici, di fluido nervo, e va dicendo. Anzi il Matteucci era tanto convinto dell'importanza di questo metodo instauratore della fisiologia, che fino dal 1844 egli dettava in Pisa un corso di lezioni *Sui fenomeni fisici dei corpi viventi*, le quali meritamente incontrarono molto

favore, furono ben presto tradotte ed in francese ed in inglese e dovunque furono assai apprezzate. Non è questo un corso ordinato di fisiologia, come oggi far si potrebbe, ma sono studj speciali, e tutti abbastanza opportuni, di fisica applicabile più o meno direttamente alla fisiologia. I capi riguardanti l'imbibizione e l'endosmosi, quelli sulla respirazione e sul calore animale, su la fosforescenza e la elettricità animale sono molto pregevoli anche per novità di fatti, e segnatamente poi per opportunità e riservatezza di dottrina. A lui interessava di additare esservi in ogni argomento fisiologico non pochi fatti d'ordine strettamente fisico, i quali vogliono esser studiati nel modo istesso con cui li riconosciamo ne' corpi inorganici, poichè la maggior complicazione di struttura e di composizione che è nè corpi viventi, non può modificare le leggi d'azione delle forze fisiche. E nel mentre egli così segnalava alcune utili ricerche da compiersi, nello scopo di giungere ad una sintesi fisico-chimica dei fenomeni fisiologici, si asteneva dall'avventurarsi di troppo in astratte speculazioni od in congetture fondate solo su analogie non ben chiare.

È in questa tendenza alla generalizzazione dei fenomeni ed insieme in questa prudenza nelle astrazioni che si manifesta la special forma d'ingegno del Matteucci, la quale merita d'esser studiata, e vorremmo anche dire, imitata. L'or accennata opera, ed altri suoi libri, come a dire le lezioni sull'elettro-fisiologia e quelle su la induzione elettro-dinamica e sul diamagnetismo, presentano un curioso esempio di una mente a tendenze sintetiche, premurosa e mai stanca di esperienze, ed insieme guardinga nelle ipotesi, qualità che ben di rado insieme si incontrano.

Perciò accade che un lettore poco abituato alle vie severe della induzione trova negli scritti del Matteucci una tal quale sovrabbondanza di particolari, certa trascuranza nell'ordinamento delle parti, ed uno scarso valore sintetico nelle ultime deduzioni dalle esperienze, per modo che non arriva così facilmente a comprenderne il significato e la importanza; laddove chi prende a considerare l'insieme de' suoi studj e delle sue pubblicazioni non può a meno di riconoscervi un alto valore scientifico, siccome noi abbiamo cercato di fare poco sopra.

III.

Abbiam detto che il Matteucci temperava l'indole altamente sintetica del suo ingegno con una quasi eccessiva riservatezza nelle induzioni teoriche. Codesta apparente contraddizione emerge chiara da un fatto che amiamo esporre più in particolare. L'indirizzo veramente filosofico che egli seppe dare ai suoi studj sui fenomeni chimici dell'elettromotore voltiano, su i fenomeni elettrici degli animali, ed in genere sui fenomeni fisici de'corpi viventi, lo doveva quasi suo malgrado mettere sulla via di riconoscere quell'intimo nesso tra le varie forze fisico-chimiche, che servì di base alla teoria della trasformabilità ed equivalenza delle forze stesse, quale fu propugnata, come dicemmo sopra, da Grove, Joule e Mayer poco innanzi della metà del presente secolo.

Eppure il Matteucci ancora nel 1856, in una sua pregevole memoria, nella quale si faceva ad esporre alcuni dei fatti fondamentali della teoria dinamica del calore, nell'atto stesso in cui ne riconosceva la importanza, voleva premunire gli studiosi dal lasciarsi troppo facilmente sedurre da quelle brillanti teorie. Vero è che fino allora, al di fuori d'Inghilterra e di Germania, quasi nessuno faceva caso di quelle nuove dottrine. In Francia pochissimi ne avevano parlato e con poco fondamento di cognizione, ed in Italia solo qualche voce modesta e poco autorevole si era fatta intendere in quel senso. Ma, non appena più svariati studj e nuove applicazioni di que' principj ne misero meglio in evidenza la utilità, egli stesso si fece tra noi uno dei più calorosi banditori della dottrina che ameremmo chiamare la fisica dell'avvenire.

Le sue cinque letture su la teoria dinamica del calore, professate in Torino al principio del 1864 porgono una esposizione, se non istrettamente rigorosa in ogni parte, certo molto elementare, e possiamo dire popolare dei principj stessi. Ma dove meglio seppe egli mettere in evidenza il valore della nuova dottrina fu nel trattare delle applicazioni che di essa si ponno fare alle teorie fisiche degli elettromotori voltiani, della affinità chimica, e dei motori elettro-magnetici, e più ancora alla termogenesi ed alla elettrogenesi negli animali. E così egli rinveniva modo di stringere e coordinare con più sicura sintesi quelle particolari dottrine che già aveva svolte in un senso al tutto consono ai predetti principj.

Anche il Secchi nello stesso anno pubblicava un libro pregevolissimo *su l'unità delle forze fisiche*, dove però si scorge un ingegno più premuroso di elevarsi alla più alta meta della scienza, quella, cioè, di dar ragione della colleganza tra le diverse energie fisiche. Ed in questo tentativo egli fece prova di mente acutissima; ed il suo libro può essere studiato con molto profitto dagli scienziati. Il Matteucci invece, contento di segnalare il fatto di quella colleganza, tocca più umilmente delle deduzioni pratiche che se ne possono trarre. Epperò le sue letture giovarono forse più prestamente a divulgare tra noi quelle dottrine.

Ad ogni modo la fisica moderna trovò in questi principii un indirizzo novello ed una guida assai più sicura per le applicazioni. Può dirsi che ora soltanto si cominci ad attuare il programma della fisica Galileana, quale l'additammo più sopra. I fenomeni meccanici, i fatti chimici, i fenomeni del calore, della elettricità e del magnetismo si trovano tutt'insieme collegati, e ben può dirsi che la pila voltiana fu l'organo rivelatore di questo loro intimo nesso. E con ciò vennero singolarmente agevolate molte quistioni teoriche e più le quistioni pratiche. La teoria della forza motrice utile per una ruota idraulica, per una macchina a vapore, per un motore magnetico od elettrico risulta quasi a dire la stessa, almeno in riguardo ai principii di essa. Il calore che un dato peso di ossigeno produce, combinandosi col carbonio di un combustibile, può ragguagliarsi a quello che un corpo di dato peso produce quando sia d'un tratto fermato, dopo d'aver acquistata una determinata velocità, cadendo per una data altezza. L'effetto utile ottenibile da una macchina a vapore, o da una macchina a gas, operanti in un dato modo, può direttamente desumersi da quella particolare quantità di calore che il vapore od il gas transitanti nel cilindro perdono, comunicandolo all'embolo motore. E ancora, l'energia elettrica che può aversi da una pila, sia sotto forma di calore, riducendo alcuni composti, sia provocando azioni magnetiche, può essere ragguagliata al lavoro che si otterrebbe usufruendo direttamente il calore risultante dalle azioni chimiche che si effettuano nell'interno dello stesso elettromotore. E così ancora il lavoro muscolare che un animale produce può dedursi dalla quantità di calore che si spenderà dall'animale stesso per produrlo, e quindi ancora dal lavoro chimico che si sarà compiuto nel suo organismo in corrispondenza alla produzione del calore speso. Per tal modo si riducono a molta semplicità i problemi pratici relativi alla misura delle forze motrici, e perdono ogni importanza tutte quelle sottili distinzioni e quelle bizzarre

ipotesi, che dianzi si facevano intorno alla peculiar natura ed intorno alla genesi speciale delle varie forze fisico-chimiche.

IV.

Ad un altro ordine di ricerche attese, segnatamente in quest'ultimi anni, il Matteucci. Abbiám già detto che fin da giovanetto egli vagheggiava un indirizzo veramente scientifico per la meteorologia e se ne aspettava importanti risultati.

Nell'inviluppo gasoso che posa su le acque e sul suolo costituenti la superficie del nostro globo, si spiegano ad un tempo tutte le reciproche influenze fisiche della terra, del sole e della luna. Come diceva il Fitz-Roy, due grandi fatti servir devono di punto di partenza per intendere le vicende meteoriche del nostro pianeta, cioè la rilevante differenza dell'azione termica del sole ai poli ed all'equatore, ed il moto rotatorio del globo. Per questi fatti sorge, in ciascun emisfero, una continua circolazione dell'aria, che ci è mostrata dai venti alisei. Ma, in pari tempo, la variabile inclinazione dei raggi solari rispetto all'orizzonte di ciascun luogo nel decorso di un anno e nel decorso d'ogni giorno, la differente distanza del sole e della luna dalla terra nei rispettivi loro periodi rivolutivi, il vario grado di serenità o di nebulosità nelle differenti parti dell'atmosfera, la ben diversa conduttività e capacità termica delle acque a confronto di quelle del suolo arido, la varia forma ed il vario rilievo della parte solida e le svariate condizioni di vegetazione e di coltura del suolo stesso, inducono pur continue variazioni nella intensità, nella direzione e nell'estensione di quelle correnti generali, e provocano altresì non poche altre correnti parziali; talchè in ciascuna località appare un così variato succedersi di fatti meteorici, da potersi credere che in essi non siavi norma alcuna. Ma, da una parte, ognuna di queste influenze locali operando con varia intensità in ciascun tratto di tempo, tanto su le località più ad essa prossime, quanto ancora su le generali correnti, tenderà ad ogni istante a modificare la risultanza di tutte codeste azioni locali e generali; e d'altronde tanto queste, quanto quelle presentar dovendo un ciclo o periodo nelle loro variazioni, nè verrà che di mezzo a codeste assidue e svariate rimutazioni, dominar devono alcune leggi, le quali segnano i rapporti che tiene ogni peculiare influenza fisica coll'andamento delle correnti generali.

Ora queste leggi si potrebbero rintracciare con minore difficoltà, ove si conoscessero i particolari valori delle singole condizioni meteoriche verificatesi in uno stesso istante di tempo in moltissimi punti così situati da comprendere una grandissima estensione su la superficie terrestre, ed ove si avessero similmente le variazioni di codesti valori ad eguali successivi intervalli di tempo, per es. ogni dodici ore per un lungo decorso di tempo. In allora, per mezzo di carte meteoriche opportunamente costruite si potranno rilevare non solo le influenze delle correnti generali sui fenomeni locali, ma ancora le reciproche influenze dei fatti locali su l'andamento generale. Questo è uno dei propositi delle serie di osservazioni simultanee, che da tempo si andarono organizzando in varj Stati d'Europa e d'America, e segnatamente per cura di Quetelet nel Belgio, di Kuppfer in Russia, di Maury negli Stati-Uniti d'America, di Fitz-Roy in Inghilterra, di Kreil e Jellinech nell'Austria, di Kaemtz, di Dove e di Buys-Ballot nel settentrione d'Europa, di Leverrier e Marié-Davy in Francia.

Ma, a vero dire, gli ufficii che si costituirono in alcuni dei predetti Stati non così direttamente miravano a raccogliere dati per la metereologia teorica secondochè poc'anzi si accennava, ma ben piuttosto a raccogliere ed a trasmettere colla prontezza de' telegrafi elettrici le indicazioni della pressione e temperatura dell'aria, della direzione dei venti e dello stato del cielo, rilevate in diverse lontane stazioni, onde poter trovare alcuni diretti criterj coi quali presagire le prossime future mutazioni nel tempo, per una data località, dietro la conoscenza dello stato attuale di esso, in regioni molto discoste da quelle; e ciò nello scopo pratico della previsione di imminenti burrasche, i cui avvisi si trasmettono ai diversi porti marittimi.

Ma è pur facile vedere che di tal modo procedendo si è inopportunamente invertita la questione. Poichè que' presagi non possono aver un valore scientifico, se non quando siansi discoperte le principali leggi delle vicende meteoriche sulla superficie terrestre, per mezzo dei raffronti più sopra indicati e continuati per lunga serie di anni. Epperò di tal modo, come avvertiva il nostro Secchi, facendo troppo presto precedere la meteorologia pratica alla teorica, si corre pericolo di gittare il discredito anche su quei pazienti lavori, che con tanta abnegazione si vanno tuttodì raccogliendo da numerosissimi osservatori, coll'intento di pervenire alla scoperta delle grandi leggi meteorologiche.

Tuttavia la rilevante utilità che può derivare al navigante dagli avvisi di prossime burrasche, quantunque sian questi di una pro-

bilità ancor lontana da certezza, indusse, massimamente gli Stati marittimi, ad appoggiare cosiffatta istituzione: tantochè, non a torto, il nostro Matteucci, preoccupato dall'utile che ne potrebbe venire alla marina italiana, sino dal dicembre del 1863 otteneva dal governo la nomina di una Commissione incaricata di proporre le norme per l'istituzione di speciali stazioni meteorologiche e di un ufficio centrale per le comunicazioni de' presagi. E sul principio del 1865 otteneva di dare atto alle proposte della commissione, e redigeva opportune istruzioni e norme per codesto servizio meteorologico, che venne istituito presso il Ministero di Marina. E non molto dopo iniziò anche la pubblicazione ne' giornali dello stato meteorico quotidiano nell'Italia ed in altre parti d'Europa. In questi lavori, che gli costarono molto tempo e molta fatica, noi dobbiamo più che tutto lodare il vivo desiderio che era in lui di giovare al proprio paese, e di mostrare praticamente che pur la scienza è buona a qualche cosa.

Dobbiamo però aggiungere che il Matteucci curava anche la meteorologia teorica. Fin da quando fu ministro ei nominava una commissione, costituita dai più distinti astronomi (Plana, Mossotti, De-Gasparis, Donati, Schiapparelli, Capocci ed altri), dell'epoca, perchè proponesse un'organizzazione degli osservatorj meteorici italiani secondo i bisogni della scienza. Importanti furono le sedute di quella commissione, il cui rapporto però non potè trarne effetto e perchè il Matteucci cessava d'essere ministro, e perchè alcuni de' più influenti membri di quella commissione perivano in breve, con grave danno de' buoni studj. Ma il Matteucci, perseverante nel suo proposito, instando presso il Ministero di marina, ottenne che ad un'altra commissione, formata da distinti meteorologisti, fosse affidata la cura di comporre un *libro sul clima d'Italia*, nel quale, a forma di monografie, si compendiassero i risultati delle lunghe serie di osservazioni meteoriche che si ponno vantare da molte stazioni d'Italia. È questo un lavoro di lunga lena, del quale testè pubblicavasi, qual primo saggio, un dotto lavoro dello Schiapparelli.

Non devesi però tacere che, col principiare del 1865, anche dal Ministero di agricoltura e commercio, per opera dell'illustre Direttore della statistica del regno, venivano efficacemente coadjuvati gli studj meteorici, con un'ordinata pubblicazione dei principali dati di moltissimi osservatorj d'Italia, e colla distribuzione di strumenti meteorici, confezionati da una buona officina nazionale. Per tutto ciò la meteorologia è oggi tra noi una delle scienze meglio coltivate.

V.

Colle cose qui esposte siam lungi d'aver esaurita la rassegna dei principali titoli di operosità scientifica del nostro fisico.

Ricondottosi da Parigi in Italia nel 1834, il Matteucci attese ai suoi studj, fermandosi di preferenza in Toscana, quando nel 1837 venne nominato professore di fisica nel collegio di Ravenna. Poi nel 1840, dietro proposta di Arago e dietro raccomandazione del grande Humboldt, il principe di Toscana chiamava il fisico forlivese nell'Ateneo pisano. Ivi egli attese con tanto amore alla sua scuola, che nel 1842 pubblicava, a vantaggio de' suoi allievi e d'altri, un compito corso di lezioni di fisica, il quale ebbe poi il favore di parecchie successive edizioni, mano mano arricchite e migliorate dall'autore. Ove si paragoni questa pubblicazione con altre analoghe uscite in Italia vi si scorge il vantaggio di un proporzionato sviluppo dei varj capi della scienza, e, quel che più importa, una abbondanza di particolari d'esperienza, assai favorevole per una chiara intelligenza delle varie dottrine scientifiche. Il libro è steso con forma sicura e quasi diremmo popolare, limitando al più possibile l'impiego della matematica elementare. Tuttavia vi si notano talune inesattezze, ove si espongono i principj di meccanica elementare, le quali però potevano essere facilmente corrette da chi si fosse giovato di quel libro come una guida ed insieme un repertorio per l'insegnamento della fisica nei corsi d'istruzione mezzana.

Questo libro aveva adunque un intento assai più modesto di quello che si propose il Mossotti, il quale, all'incirca in quegli anni, pubblicava le sue *lezioni di fisica-matematica*, date a Corfù nello scolastico 1840-41, e che sono tuttodi un imitabile esempio di un libro didattico fatto a dovere. Fu poi gran danno per la nostra gioventù che il Belli non potesse condurre a fine quel pregevolissimo *Corso elementare di fisica sperimentale* i cui primi due volumi, usciti nel 1830 e 31, trovarono un seguito solo nel 1838, restando l'opera ancora ben lungi dal compimento; poichè quest'altro lavoro fu condotto in ogni sua parte con tanta accuratezza di particolari e con tanto senno di dottrina da poter servire di guida così agli insegnanti come ancora ai giovani studiosi.

Quando si rammentano queste buone pubblicazioni, e quando insieme si pensa a quella imperitura opera su *la fisica dei corpi*

ponderabili, che l'Avogadro dettava in quattro grandi volumi, fa meraviglia che ai giorni nostri abbian corso, in molti de' nostri licei ed istituti tecnici secondarj, certi meschini manuali, che ci vengono di Francia, e che trattano la scienza con forme molto superficiali ed inadeguate all'attuale di lei indirizzo, senza che da alcuno siasi data opera ad un corso meglio ordinato e meglio svolto di tal scienza che ebbe in Italia non solo i suoi primi promotori, ma in ogni tempo distintissimi cultori.

Incaricato dal governo toscano nel 1846 della organizzazione e della direzione dei telegrafi elettrici per quelle ferrovie, vi si adoperò con molto impegno; e nel 1850 pubblicava un *Manuale di telegrafia elettrica*, ad uso segnatamente degli impiegati negli uffizj telegrafici. In essa, con forma molto semplice ed elementare, oltre alle opportune norme per l'uso e la conservazione delle macchine, porse sufficienti notizie scientifiche per ben intendere i fenomeni di ciascun strumento e d'ogni apparato, che si adopera in quegli uffizj. È un modesto volumetto il quale avrà giovato non poco pel buon andamento di quell'importante servizio; massime in allora che non erano tanto comuni, come oggi, i manuali di telegrafia, venuti di Francia. Nominato poi dal governo italiano ispettore generale dei telegrafi, si giovò della opportunità di sua posizione per istituire anche un'importante serie di ricerche sperimentali su le correnti elettriche proprie della superficie terrestre.

Nel 1851 pubblicava un altro sottile volume, intitolato: *Lezioni di elettricità*, in cui espone, in forma popolare, alcune applicazioni dei principj di elettrologia alle arti elettro-chimiche, alle arti meccaniche ed alla terapeutica. Fu questa una pubblicazione opportuna per la divulgazione dei molti ed interessanti fatti in essa compendati.

Non diremo delle altre più importanti pubblicazioni di elettrofisiologia, di elettro-magnetismo e di elettro-chimica, essendosene già fatta qualche menzione più addietro. Ma non possiamo tacere d'una sua più recente pubblicazione, nella quale riproduce alcune letture da lui date a Firenze nella primavera dello scorso anno, su l'elettro-fisiologia; poichè in queste, oltre al riprodurre le parti fondamentali del corso d'elettro-fisiologia, da lui già professato a Pisa nel 1856, vi aggiunge quanto di più recente fu osservato di poi e da lui stesso e da fisici stranieri su quell'argomento. Quest'ultima pubblicazione, al pari del precedente corso d'elettrofisiologia, ebbe il favore di parecchie versioni in lingue straniere: fu anche pubblicato negli atti della Università di Melbourne.

Oltre codeste pubblicazioni di lavori suoi proprj, egli favorì gli studj altrui in più modi. Diresse con molto impegno la pubblicazione del *Nuovo Cimento*, la cui serie fu iniziata nel 1844 e continuata in sino ad ora. Questa rivista scientifica esercitò in Italia un'utile influenza, raccogliendo i lavori di molti de' nostri scienziati, ed accennando i più importanti trovati degli stranieri: epperò promuovendo tra noi l'amore agli studj sperimentali.

Nominato Direttore del Museo di fisica e storia naturale di Firenze, procurò di rilevare la influenza degli insegnamenti che in esso si professavano, ottenendo dal governo larghi incrementi nella suppellettile scientifica, chiamando a quelle cattedre distinti ed operosi insegnanti, e facendo loro accordare alcuni giovani ed intelligenti ajuti. Fece anche iniziare una nuova serie di pubblicazioni, intitolata *Annali del Museo di Firenze* (1866), nella quale si vollero raccolti i lavori più importanti di que' professori, tra i quali amiamo ricordare il Donati, il Parlatore, il Maurizio Schiff ed il Magrini testè compianto. Codesto istituto avrebbe assai più giovato alla scienza, se le lezioni che vi si danno trovassero non tanto un uditorio avventizio, ancorchè numeroso, di dilettanti e di curiosi, quanto piuttosto un uditorio assicurato, sebbene sottile, di giovani studiosi avviati a determinati studj, come accade per la scuola normale di Pisa. Avrebbe egli pur desiderato che intorno a quel nucleo di insegnanti per le materie fondamentali se ne raccogliessero altri incaricati di corsi complementari e di assistere i giovani nelle sperienze e nelle ricerche. Ma i suoi voti non poterono aver pieno effetto, lui vivente.

(La fine al pros. N.)

Prof. G. CANTONI.
