



I S E M P R E V E R D E

SEBASTIANO TIMPANARO



Scritti di storia e
critica della scienza

ATHENA
EDIZIONI

Athena Edizioni ti regala questo libro in formato cartaceo, stampato e spedito gratuitamente a casa tua. Infatti per ogni libro acquistato dal sito potrai scegliere un libro della collana Sempreverde in omaggio. Visita edizioniathena.it per maggiori informazioni.

UN'OPINIONE DI VICO*

Giambattista Vico, nella sua autobiografia, scrive così:

Però osservando il Vico così da Aristotile come da Platone usarsi assai sovente pruove matematiche per dimostrare le cose che ragionano essi in filosofia, egli in ciò si vide difettoso a poter bene intendergli; onde volle applicarsi alla geometria e inoltrarsi fino alla quinta proposizione di Euclide. E riflettendo che in quella dimostrazione si conteneva insomma una congruenza di triangoli,

* Pubblicato per la prima volta in un giornale giovanile («La Scazzetta» di Foggia, 1913, n. 3 e 4); ristampato come opuscolo, Bologna, 1913 e 1915.

esaminata partitamente per ciascun lato ed angolo di triangolo, che si dimostra con egual distesa combaciarsi con ciascun lato ed angolo dell'altro, pruovava in se stesso cosa piú facile l'intender quelle minute verità tutte insieme, come in un genere metafisico di quelle particolari quantità geometriche. E a suo costo sperimentò che alle menti già dalla metafisica fatte universali non riesce agevole quello studio proprio degli ingegni minuti, e lasciò di seguitarlo siccome quello che poneva in ceppi ed angustie la sua mente già avvezza col molto studio di metafisica a spaziarsi nell'infinito dei generi; e colla spessa lezione di oratori, di storici e di poeti, dilettaua l'ingegno di osservare tra lontanissime cose nodi che in qualche ragione comune le stringessero insieme, che sono i bei nastri dell'eloquenza che fanno dilettevoli l'acutezze. «Talché con ragione gli antichi sti-

marono studio proprio da applicarvisi i fanciulli quello della geometria e la giudicarono una logica propria di quella tenera età, che quanto apprende bene i particolari e sa fil filo disporgli tanto difficilmente comprende i generi delle cose; ed Aristotile medesimo, quantunque esso dal metodo usato dalla geometria avesse astratto l'arte sillogistica, pur vi conviene ove afferma che ai fanciulli debbono insegnarsi le lingue, le istorie, la geometria, come materie più proprie da esercitarvi la memoria, la fantasia, e l'ingegno»... Scoperto che egli ebbe tutto l'arcano del metodo geometrico contenersi in ciò, di prima diffinire le voci con le quali si abbia a ragionare, di poi stabilire alcune massime comuni, nelle quali colui con chi si ragiona vi convenga; finalmente, se bisogna, domandare discretamente cosa che per natura si possa concedere, affine di poter uscire i ragionamenti che

senza una qualche posizione non verrebbero a capo e con questi principii da verità piú semplici dimostrate procedere fil filo alle piú composte e le composte non affermare se non prima si esaminino partitamente le parti che le compongono, stimò soltanto utile aver conosciuto come procedano nei loro ragionamenti i geometri, perché se mai a lui abbisognasse alcuna volta quella maniera di ragionare, il sapesse; come poi severamente l'usò nell'opera *De universi iuris uno principio*, la quale il signor Giovan Clerico ha giudicato «esser tessuta con uno stretto metodo mattematico» come a suo luogo si narrerà.

Ho creduto di riportare per intero, invece di sunteggiarlo, questo passo alquanto lungo dell'autobiografia vichiana sul quale voglio fare qualche osservazione critica, per timore di alte-

rarlo e perché, riportato così integralmente, dimostra meglio l'importanza ch'esso ha nella storia della vita e del pensiero di Giambattista Vico. Se nonch , appunto perch  il passo di cui ci occupiamo   assai importante, occorre che cerchiamo di valutarlo nel modo pi  rigoroso. La nostra valutazione, diciamolo subito,   di pieno dissenso, ma noi crediamo di fare cos  un'opera altamente vichiana perch  il Vico, come dice Benedetto Croce, «alle autorit  non intendeva appoggiarsi, ma neppure le disprezzava; dovendo l'autorit  farci considerati a investigare le cagioni che mai potessero gli autori, e massimamente gravissimi, indurre a questo o a quello opinare», e perch  il culto dei grandi non consiste soltanto nello svolgere i germi fecondi contenuti nella loro opera ma anche nel trarre dalle loro opinioni pi  caduche motivi eterni di vero.

Quali sono le ragioni che hanno indotto il Vico a quell'opinione intorno alla matematica? Il passo che abbiamo riportato risponde abbastanza bene alla nostra domanda. È che il Vico si è messo a studiare la geometria con criteri filosofici. Davanti alle verità matematiche, che gli dovevano servire per l'intelligenza di alcuni luoghi di Platone e di Aristotile, egli era, in sostanza, perfettamente indifferente; e perciò se, prima di risolversi a prendere in mano il trattato di geometria, si fosse consultato con un buon matematico, questi gli avrebbe consigliato, piuttosto che la lettura di una geometria, quella di una filosofia della geometria. Ma è bene che sia stato così; perché, se no, non avremmo avuto questa pagina che illustra così bene i caratteri antimatematici e antipositivi della mentalità vichiana analizzati da Fausto Nicolini nella sua prefazione alla *Scienza nuova*. È male

solo che il Vico non si sia reso conto che era lui e non la matematica che aveva torto e abbia dato un giudizio assolutamente erroneo cioè che la geometria sia uno studio proprio degli ingegni minuti e da applicarvisi i fanciulli. Per fortuna il Vico, piuttosto che demolire la geometria, non ha fatto che uno sfogo lirico.

Perché, a voler giudicare un'opera qualsiasi dalle prime due o tre pagine, anche un ingegno scadente capisce che si rischia di commettere errori madornali; e il Vico doveva esser convinto che con la lettura delle prime pagine dell'*Etica* di Spinoza e della stessa sua *Scienza nuova* si potevano benissimo giudicare quelle grandi opere con la stessa severità con la quale egli giudicava il capolavoro di Euclide. Quel trovare più facile l'intendere le minute verità geometriche tutt'insieme come in un genere metafisico potrebbe sem-

brare alla prima effetto di profondità di veduta, ma tutti i principianti credono che le dimostrazioni siano superflue. Né si può credere che qui il Vico applichi felicemente il metodo d'intuizione del Bergson. Perché si può ammettere che, per esempio, a dar l'intuizione di Bologna siano insufficienti tanto le idee che le immagini e sia necessario invece vedere attualmente o con uno sforzo d'immaginazione la simpatica città ricca di portici, di torri e di belle fanciulle; ma l'intuizione non si può applicare a un oggetto astratto come un teorema e chi crede di poterlo fare è perché, dopo conosciuta la dimostrazione di un teorema, può, con uno sforzo mentale, pensare sommariamente e rapidamente la dimostrazione stessa, però questo sforzo non supera la dimostrazione, ma le resta inferiore come una formola alla ricerca che l'ha originata. È poi evidente che quell'argomento

preso da Aristotile, secondo il quale ai fanciulli bisogna insegnare insieme alla geometria e alle lingue anche la storia, portava implicita la critica dell'opinione vichiana, giacché è da ingegni minuti non quella storia sulla quale il Vico stese tanta ala ma le raccolte scolastiche di aneddoti. Se nonché in questo punto il Vico è un seguace non di Aristotile ma dell'aristotelismo medievale. Affermando l'universalità contro la particolarità, il genere metafisico contro la verità minuta, egli avversa, piú che la sola matematica, tutte le scienze positive; e come s'è stancato delle proposizioni euclidee si sarebbe ugualmente stancato dello scritto del Galilei sulla Bilancetta, e invece delle ricerche che condussero al barometro avrebbe preferito la formola: La natura aborre dal vuoto.

Ma nell'affermazione che la scienza sia propria degli'ingegni minuti, non solo c'è il disconosci-

mento del metodo positivo, ma si viene anche a negare che la scienza sia essenzialmente sistematica, verità che il Vico avrebbe trovato, se li avesse letti per intero, negli stessi *Elementi* di Euclide che sono un organismo e non un'accozzaglia incoerente di proposizioni. In tutte le scienze positive c'è largo posto per la sintesi: basta pensare allo sviluppo che hanno avuto i concetti di funzione e di limite nell'analisi algebrica e infinitesimale, quello di corrispondenza nella geometria proiettiva, descrittiva e analitica, quello di energia in fisica, e all'organicità che s'è conseguita in algebra con l'introduzione dei numeri negativi, irrazionali e complessi, in geometria con gli elementi all'infinito e immaginari e nelle scienze fisiche con l'applicazione della matematica che le ha fatte entrare in una fase superiore. Anzi – lo dico per incidenza – io sono convinto che anche

la fase matematica delle scienze fisiche sia provvisoria e per conto mio farò qualche tentativo per preparare una fisica razionale che sia rispetto alla fisica matematica quello che la fisica matematica è rispetto alla fisica sperimentale. L'opinione sostenuta dal Vico può sorgere in chi legga i sommari (scadenti), nei quali la scienza è cristallizzata e morta: e del resto i manuali di filosofia e i sunti dei poemi fanno un'impressione peggiore. Ma, per poter valutare giustamente la scienza, occorre nuotare liberamente ed entusiasticamente nell'oceano della ricerca; e questo può farsi o studiando polemicamente i sommari eccellenti, sotto la guida di maestri che della scienza abbiano più che il possesso materiale il sentimento ardente, o meglio studiando direttamente la storia della scienza. Ed è perciò che, secondo me, la migliore critica dell'opinione vichiana potrebbe

farla un editore che pubblicasse il corpo dei classici della scienza insieme a una buona biblioteca di cultura scientifica. In Italia c'è adesso un notevole risveglio culturale di cui sono esponenti le belle collezioni editoriali in corso di pubblicazione e quelle che si preparano; ma è un risveglio filosofico-letterario. Per la scienza in esso non c'è posto. La scienza, anzi, se si prescinde dagli specialisti, è abbandonata. Certo quest'abbandono non è dovuto soltanto alla sopravvivenza dell'opinione di Vico che abbiamo discusso, ma dipende anche dal successo della teoria nominalistico-economica della scienza della quale il Vico è un precursore, dal discredito che il positivismo ha gettato sulla scienza gabellando per scienza i suoi castelli metafisici, dall'ordinamento delle nostre scuole secondarie dove la scienza viene insegnata affrettatamente su manuali pessimi e

delle università dove nella facoltà di filosofia non c'è posto per la scienza, dall'isolamento degli scienziati e dall'ignoranza in materia di scienza dei filosofi e degli artisti e soprattutto dall'indole ultraumanistica degli italiani i quali si sono accorti dell'esistenza di Galileo ma perché i suoi libri sono anche letterariamente eccellenti e per fare qualche declamazione sul suo processo che, piuttosto che un fenomeno di pensiero (lotta tra la scienza positiva e l'aristotelismo medievale), è sembrato un bel pretesto per gridare l'eterno retorico *Eppur si muove!* del quale ci siamo tanto tanto ubbriacati che perfino il Favaro, nel suo profilo del Galilei, ha creduto di doverlo ricordare e definire sublime.

Ma se verrà quell'editore che abbiamo augurato e c'indurremo finalmente a metterci in comunicazione con le opere scientifiche, ci accorgeremo

che la scienza coincide con la sua storia (anzi, in grandissima parte, con la storia senz'altro) e che quindi essa possiede i caratteri di slancio vitale, di ascensione, di lotta, di disinteresse che riconosciamo alla filosofia, all'arte e alla fede. Allora non sarà piú possibile di rappresentare nel nome di Giambattista Vico la parte del Simplicio galileano; ma, invece, liberati i grandi scienziati dai loro ergastoli, li metteremo insieme agli altri grandi (siano filosofi o artisti o eroi) con i quali essi hanno in comune la genialità e la ricchezza.

LA SCIENZA COME ESPERIENZA ASSOLUTA*

Nel suo articolo su Henri Poincaré e la dottrina della scienza, pubblicato nella *Voce* del 15 agosto 1912, Guido De Ruggiero sostiene che l'elemento vitale delle teorie nominalistico-economiche della scienza positiva non sia l'idea dell'economia e quella del concetto astratto che non riesce a stringere la realtà, sicché le verità scientifiche sarebbero delle etichette, delle carte topografiche, delle vedute cinematografiche della realtà, in una parola delle convinzioni utili, ma l'accentuazione del momento dinamico e attuale della ricerca scientifica, del carattere vitale, crea-

* Recensione allo scritto dallo stesso titolo di Guido De Ruggiero, (vedi l'*Avvertenza*) pubblicata in *Scritti liberisti*, Napoli 1919, p. 161 sgg.

tivo del sapere, dell'efficienza nostra nella scienza. Il concetto della convenzione utile ha valore solo dal punto di vista polemico, inquantoché non ammette col naturalismo imperante che la scienza sia, come la filosofia per il naturalismo, la scimmia della dea natura, una semplice copia della realtà; ma questa negazione della tesi naturalistica, dice giustamente il De Ruggiero, è troppo poco radicale; e quindi consiglia di seguire la via additata da Kant con la sintesi a priori, eliminando il presupposto d'una realtà in sé al di là della scienza e riconoscendo la scienza come una realtà spirituale e vivente. La critica della scienza può servire così d'impulso a un nuovo sviluppo.

La teoria della scienza accennata in quell'articolo viene svolta ampiamente dal De Ruggiero nel suo saggio su la scienza come esperienza

assoluta, in cui viene sostenuta apertamente la tesi dell'identità di scienza e filosofia.

Dal punto di vista dell'idealismo attuale seguito dal De Ruggiero, questa tesi è d'un'evidenza immediata. Se le categorie sono molte anzi infinite solo dal punto di vista del pensato ma si riducono a una sola dal punto di vista del pensare, è evidente che non solo la scienza, ma anche l'arte, la religione, l'amore, la guerra, le più futili inezie, colte nella loro attualità, sono filosofia, mentre viste, astrattamente, dall'esterno sono tutta natura, meccanismo, errore. Tuttavia il De Ruggiero ha ragione affermando che è lui che per la prima volta afferma questa verità nel campo dell'idealismo assoluto perché, per quanto possa essere strano, nemmeno Giovanni Gentile l'ha affermata con la stessa nettezza; sicché, pure essendo questa una verità schiettamente gentiliana, non si

può dire che essa sia, anche dopo lo scritto del De Ruggiero, materialmente affermata dal Gentile.

Il De Ruggiero però, nel suo studio, va troppo per le lunghe e imposta il suo problema ammettendo il principio che la scienza si svolga, ciò che, se viene ampiamente giustificato nel corso della ricerca, dal punto di vista didattico è un vero circolo vizioso. Se la scienza è sviluppo, cioè se essa non è semplice variare, puro divenire, pura immediatezza, ma è sintesi a priori, sensazione essenziata e la filosofia è identicamente sviluppo, è inevitabile concludere che la scienza sia filosofia. Così, lungo tutta la ricerca, vediamo sempre il De Ruggiero a tu per tu con bivi, dilemmi, ostacoli, compiti ardui, gli vediamo fare dei riassunti che poi si trasformano in rielaborazioni, lo vediamo fino alle ultime pagine in lotta con lo spettro della

cosa in sé; sicché a un tecnico questa ricerca appare inevitabilmente come l'opera faticosa d'un principiante e a un profano come un lavoro oltremodo tecnico e astruso.

Il problema di tutta la ricerca è quello della sintesi a priori. Il De Ruggiero sa benissimo che la conoscenza è sempre sintesi a priori. Lui stesso nel suo prezioso commento a quella riduzione della *Critica della ragion pura* che ha intitolato *Pensiero e esperienza*, sostiene esplicitamente, fin dalle prime parole, che non è possibile ammettere dei giudizi analitici e dei giudizi empirici accanto ai giudizi sintetici a priori, perché tutti i giudizi sono sintetici a priori e gli altri non sono se non posizioni filosofiche oltrepassate da Kant con la sua scoperta. Riteniamo dunque che il De Ruggiero non si doveva tanto indugiare sulla teoria della sensazione come pura immediatezza,

puro divenire, come pluralità e attualità senz'identità e su quella dell'intelletto come pura mediazione, come unità immobilità finità possibilità senza concretezza. Egli doveva affrontare risolutamente il concetto di ragione come idealità attuale, come sensazione essenziata, come sviluppo, cioè identità nell'alterità. Bastava fare un rapido esame della sensazione. La sensazione è pura immediatezza, puro contenuto? È possibile distinguere la sensazione dalla percezione? Non è ogni percezione rispetto al progresso ulteriore del pensiero qualcosa d'immediato? E d'altra parte, troviamo mai una sensazione cieca, una sensazione che non sia sintesi a priori di contenuto e forma? Risolto questo problema che il Gentile ha risolto, il concetto di scienza fatta e quello di natura si sarebbero rivelati senz'altro come astrazioni che hanno valore in quanto superati dal

pensiero concreto, si sarebbero rivelati nel loro valore dialettico, negativo e così non si sarebbe potuto ammettere una scienza fatta, una scienza che non fosse coscienza; e allo stesso modo sarebbe stato assurdo distinguere dalla scienza una subscienza (una sensazione bruta) o una superscienza che si chiamerebbe filosofia, una filosofia che non si riesce a vedere cosa potrebbe essere se la scienza è sviluppo, o meglio, come nota il De Ruggiero, questa filosofia come istanza superiore alla scienza non è che un tentativo di svalutare la scienza identificandola arbitrariamente con un suo momento cioè con alcune false concezioni della scienza stessa.

Tuttavia non bisogna credere che io abbia l'intenzione di ridurre il saggio del De Ruggiero in una forma che soddisfi meglio alle esigenze didattiche. Io accetto l'opera del De Ruggiero nella

forma tormentata che ha e consiglio di leggerla, per quanto ai critici della finzione utile potrebbe bastare l'articolo che ho citato in principio se essi sono ben disposti o meglio se vorranno persuadersi che quando trattano la scienza come arbitrio si sono completamente dimenticati della scienza e fanno all'amore con le nuvole. Rientri-
no un po' nel vivo della ricerca e le nuvole spariranno. La scienza si rivelerà non come semplice soluzione, né come semplice problema, ma come sintesi viva di problema e soluzione.

E devo anche avvertire che se dal punto di vista didattico il libro del De Ruggiero si presta alle accuse a cui ho accennato, d'altra parte questo carattere tormentato del libro, mentre fa quasi toccare con mano che il pensiero è sviluppo, è poi interessantissimo dal punto di vista letterario perché rivela uno di quei drammi spirituali di cui il

Papini lamentava la mancanza nella nostra letteratura (dimenticando, veramente, la *Disfatta* di Oriani e dimenticando che un altro di quei drammi l'ha fatto perfino il Manzoni con la psicologia dell'Innominato e che, in tutti i casi, questi son drammi che vanno cercati nei filosofi: la *Scienza nuova*, da questo punto di vista, presenta piú interesse di tante opere letterarie).

Un appunto diverso dobbiamo fare a Guido De Ruggiero. Ammettiamo con lui che un vero conflitto tra scienza e filosofia non sia neppure concepibile e che il conflitto che in realtà si agita è tra due filosofie una progredita e l'altra arretrata che non riescono a conciliarsi in una stessa mente. Però riteniamo che col suo saggio egli non abbia adempito a quell'esigenza d'impulso a un nuovo sviluppo ch'egli vedeva nelle critiche della scienza se non a titolo puramente pregiudiziale.

Questo nuovo sviluppo deve farsi sullo stesso piano di quelle critiche. La materia deve esserne la scienza, ma giudicata liberisticamente o, se si vuole, col metodo gentiliano dell'immanenza, vale a dire non in base a formole astratte, a principi dommatici, ma alla luce del pensiero vivo. La ricerca del De Ruggiero, per quanto importante, è sempre una rielaborazione della *Critica della ragion pura*. La tesi dell'identità di scienza e filosofia è sostenuta senza venire a diretto contatto con la scienza e si potrebbe giustificare anche avendo della scienza una notizia rudimentale. Se si accetta quella tesi, ma ci si disinteressa poi della scienza, non si è praticamente molto lontani da quel campanilismo filosofico ripudiato dal De Ruggiero che consiste nel piantare in asso la scienza per cercare la verità altrove.

Non che si debba studiare soltanto la scienza positiva. Ci metteremmo improvvisamente in antitesi con quanto c'è di più vivo nel saggio del De Ruggiero se dicessimo questo. Dice benissimo il De Ruggiero che il concetto di scienza naturale non è che una astrazione, il prodotto di una classificazione; anzi è chiaro che ogni ramo dell'attività umana, visto dall'esterno, non è che meccanismo, anche la filosofia e anche l'arte intese come insieme di opere bell'e fatte. Chi studia dunque filosofia in senso stretto non vive necessariamente nelle astrazioni: vive nelle astrazioni chi vuole scimmiettare la realtà concepita come cosa in sé, qualunque cosa studi. Tuttavia il riconoscimento che ha dato il De Ruggiero alla scienza, identificandola con la filosofia, rimarrebbe puramente platonico se dopo di esso si lasciasse da parte la scienza.

Occorre che la scienza sia fatta entrare nel campo dell'alta cultura; occorre mettere praticamente accanto, dopo d'averlo fatto in teoria, le opere scientifiche e le opere filosofiche; occorre sfatare il pregiudizio che la storia della scienza non abbia interesse per lo scienziato, che corrisponde a quello di chi dicesse che la storia della filosofia non interessi il filosofo; occorre far vedere che scienza e storia della scienza, anzi scienza e storia, sono tutt'uno; occorre, in una parola, creare la storia della scienza come esperienza assoluta.

LA SCIENZA E IL PENSIERO*

Benedetto Croce ha visto chiaramente che, per salvare l'unità dello spirito, è necessario ammettere che in ogni frammento della realtà ci sia tutto lo spirito. Noi potremmo distinguere idealmente nello spirito alcune forme, ma questo non significa che ci possa essere in concreto una forma separata dalle altre. Così si potrebbe distinguere l'arte dalla scienza e dalla filosofia, ma un teorema di matematica o una legge fisica sarebbero sempre insieme arte, scienza e filosofia e altro, se altre forme spirituali si creda di dovere ammettere. «Un'opera d'arte e un'opera di filosofia – dice il Croce –, un atto di pensiero e un atto di vo-

* Pubblicato in «Pagine critiche» IV (1926), p. 100 sg.

lontà, non sono di certo afferrabili con le mani o indicabili col dito; e solamente in significato pratico e approssimativo possiamo dire che questo libro è poesia e quest'altro filosofia, che quest'azione è atto teorico o atto pratico, atto utilitario o atto morale. S'intende bene che quel libro è anche filosofia e, anzi, anche atto pratico, come quell'atto utile è anche morale, e anche teoretico; e all'inverso». Secondo il grande filosofo inoltre non solo in ogni frammento della realtà sono presenti tutti i concetti distinti, ma anche in ogni concetto distinto ci sono (benché soltanto implicitamente) tutti gli altri.

È evidente dunque che, anche ammettendo la teoria crociana delle forme spirituali, la tesi secondo la quale gli scienziati non avrebbero niente che fare col pensiero, se si vuole salvare l'unità dello spirito, non si può accettare che in via ap-

prossimativa. Lo scienziato, in quanto scienziato, non sarà se non implicitamente pensiero, ma, in quanto uomo, è pensiero e altro (se si vuol distinguere qualcosa dal pensiero): è tutto.

Il guaio è che, nello scienziato, ciò che davvero conta è, in generale, solo la scienza; e quindi se la scienza non è pensiero, lo scienziato, in realtà, non ha niente o quasi niente che vedere col pensiero: e il divorzio intollerabile che esiste, in Italia, tra scienza e filosofia, anzi tra scienza e cultura, sarebbe logico; e sarebbe anche naturale un analogo distacco tra filosofi, artisti, educatori e storici. Lo spirito sarebbe così, in teoria, tutto in tutto, ma nulla muterebbe se le varie forme spirituali fossero separate le une dalle altre. Ogni forma spirituale sarebbe sempre insieme con le altre, ma le altre sarebbero delle ombre.

Anche se si ammette che salvi pienamente l'unità dello spirito, rispetto al problema della scienza la teoria del Croce è poco soddisfacente perché fondata sulla distinzione insostenibile tra concetto e pseudoconcetto. La legge morale e il cielo stellato, una melodia e un colpo di fulmine, un sistema filosofico e un'esperienza scientifica, in quanto oggetti sono tutti particolari e quindi, se si vuole, tutti pseudoconcetti; ma, in realtà, essi sono sempre sintesi di soggetto e oggetto, sono lo spirito in alcune delle sue forme inesauribili. «Tutto è tutto – dice il Lombardo-Radice nel suo bel saggio su Emerson. – È unità infinitamente sola in ciascuna manifestazione, e infinitamente confortata dentro ciascuna manifestazione da tutte le altre. È *piú* Dio, Dio, nel fiore o nella *Divina Commedia?*». E *piú* oltre: «Nel sasso, se io lo rivo – e tutta la scienza è tentativo di rivivere le

cose, le singole cose, ponendosi *dal di dentro di* esse, e sentendole come atto dell'Universo –, intuito presente la stessa legge che regola i moti degli astri, perché è un *grave*, cioè quel modo di attività che appare all'indagine dell'universale che fa l'astronomo; e la sua "composizione atomica" è il nome che lo scienziato ha dato all'infinita forza costruttiva che esprime da sé il mondo come sua realizzazione. Il pathos della scienza è questo ricongiungere ogni essere, onde tutti gli esseri appaiono *Unum* quanto più la scienza è profonda. Lo dice la stessa parola profonda; più addentro alle cose. Il vivente Dio è o no Tutto – ricco di tutta la infinita potenza di manifestazione – nel sasso?

«E che sono questi che ho detto tentativi di rivivere le cose, se non vibrazioni della coscienza che *comprende sé* e passa dall'isolamento delle

cose (o dal numero) all'*Unum*, cui essa non è piú estranea, perché è coscienza, e le cose diventano sue, il suo vivo contenuto?».

Non si mette affatto in dubbio che si possa studiare il sasso dal punto di vista metafisico, ma è evidente che la conoscenza metafisica non è tutto. C'è pure la conoscenza fisica, chimica, mineralogica, geologica; o meglio, oltre ai cosí detti problemi filosofici che la realtà ci può suscitare, ce ne sono infiniti altri, i quali sono tutti, come i problemi filosofici, forme sempre nuove della sintesi di soggetto e oggetto in cui consiste il pensiero. E se alcuni di questi problemi, se alcuni dei concetti che adoperano gli scienziati sembrano o sono in contrasto con una particolare filosofia, invece di dichiarare quei problemi non filosofici e irrazionali, bisogna correggere la filosofia, rendendola capace di dominare davvero tutta la realtà.

Per ottenere questo, non vedo altro mezzo che quello di rinunciare alle costruzioni a priori e mantenersi fedeli al concetto della filosofia come storia, il quale dovrebbe rinnovare profondamente la filosofia, la scienza e la cultura. Se la filosofia e la storia sono tutt'uno, la filosofia della scienza non può essere che la storia della scienza: e nient'altro che storie (piú o meno scheletriche e violente) sono infatti le varie teorie della scienza ideate finora.

Il filosofo della scienza dovrebbe risolvere tutti i problemi relativi alla scienza in un dato momento storico e perciò dovrebbe conoscere a fondo la scienza nel suo svolgimento. Pretendere di fare una teoria di tutta quanta la scienza in base a qualche notizia vaga di pochi concetti scientifici (e, quel ch'è peggio, una teoria indipendente dal progresso del pensiero scientifico) è la piú stri-

dente contraddizione col concetto della filosofia come storia e una prova che la nostra filosofia non è ancora del tutto uscita dalla fase teologico-metafisica.

Quando la filosofia si sarà liberata da ogni residuo di trascendenza e riconoscerà perciò, sul serio, nella positività un momento essenziale dello spirito, vedrà nel mondo scientifico una delle più belle affermazioni del pensiero e diventerà più varia, più concreta, più moderna. Allora anche la scienza uscirà dal rigido isolamento in cui adesso si trova e acquisterà piena coscienza del suo valore, liberandosi dal naturalismo; e la nostra cultura avrà finalmente l'unità e la modernità che le mancano.

SCIENZA E IDEALISMO*

L'idealismo italiano non ha avuto e non poteva avere influenza sul movimento scientifico contemporaneo soprattutto perché i nostri filosofi, privi come sono di ogni simpatia per la scienza e di ogni seria cultura scientifica, non hanno saputo darci, sulla scienza, che teorie generiche le quali, dal punto di vista scientifico, sono poco più che discorsi in aria. La stessa teoria che la scienza è esperienza assoluta, appunto perché è rimasta

* Il primo dei brevi scritti che riuniamo sotto questo titolo fu pubblicato nel «Baretti» di Piero Gobetti, novembre 1925, come risposta ad un'inchiesta sull'influenza dell'idealismo sulla cultura italiana; gli altri quattro ne «L'Arduo», 1914, p. 98; 1922, p. 115 e p. 352.

indifferente ai problemi, alle scoperte, alle teorie che piú hanno appassionato gli scienziati, non ha avuto, com'era naturale, nessuna risonanza nel mondo scientifico; mentre le teorie einsteniane sulla relatività del tempo, dello spazio e della gravitazione, benché assai modeste dal punto di vista filosofico, hanno avuto un successo strepitoso perché erano, o sembravano, la soluzione delle difficoltà che travagliano la scienza contemporanea.

Anche sulla storia della scienza l'influenza dell'idealismo, se si prescinde dall'*Arduo* e un po' dal Bilancioni, si deve considerare nulla o insignificante. Fuori o contro l'idealismo sono stati sempre infatti l'Ostwald, il Mach, il Poincaré, il Vailati, il Favaro, il Duhem, il Loria, il Marcolongo, il Vacca, l'Enriques, il Solovine; i vinciani Cermenati, direttore dell'Istituto di studi vinciani, Ettore Ver-

ga, direttore della Raccolta vinciana, Edmondo Solmi, De Torri, De Lorenzo, Séailles, Beltrami, Péladan, Bottazzi; la rivista *Scientia* di Eugenio Rignano, che si dice di sintesi scientifica ma è in realtà di alta volgarizzazione, di storia e di critica della scienza; la rivista *Isis* di Giorgio Sarton, dedicata alla storia della scienza e della civiltà; *l'Archivio di storia della scienza* e *Gli scienziati italiani* di Aldo Mieli; *l'Annuario scientifico ed industriale* di Lavoro Amaduzzi; le numerose riviste, in generale tedesche (o rubriche di riviste) di bibliografia scientifica e infine le necrologie degli scienziati che si pubblicano nei periodici scientifici e negli atti accademici.

Questa mancata influenza dell'idealismo italiano è stata un gran male per la scienza, che è rimasta quasi tagliata fuori dalla cultura contemporanea e soprattutto per la storia della scienza, la

quale, dominata come è stata dal metodo erudito, non ha saputo rivelare valori nuovi. Ma essa costituisce senza dubbio anche un'obiezione contro il nostro idealismo, il quale, se non vuol dichiararsi incapace di penetrare la vita moderna, dovrà concepire rigorosamente tutta la realtà, e quindi anche la scienza, come spirito, realizzando finalmente quell'assoluta immanenza a cui sembrò mirare, quand'era filosofo, il Gentile.

* * *

Nessuno ha combattuto così accanitamente il diletterantismo quanto Benedetto Croce, ma il migliore esempio di diletterantismo è la critica che il Croce, analfabeta della scienza, ha fatto alla scienza.

* * *

Come mai gli hegeliani non hanno ancora capito che gli argomenti con i quali il Gentile ha dimostrato l'unità di filosofia e di storia della filosofia si possono ripetere per dimostrare l'unità di scienza e di storia della scienza? Come mai possono credere pensiero le loro critiche alla matematica che sono appena degne d'un principiante mediocre e non le opere dei genii matematici? E che cosa sono le loro critiche se non degli aborti di storia di quel tantino di matematica di cui hanno una conoscenza superficialissima?

* * *

Benedetto Croce ha detto recentemente che non si può filosofare sopra un ordine di fatti senza possederne la diuturna, varia e viva esperienza, e che di ciò che non ci ha profondamente interessato non si può fare filosofia profonda.

Ma se questo è vero – ed è verissimo –, bisogna pure convenire che i filosofi italiani, i quali sono quasi tutti filosofi in senso stretto, non sono in grado di dirci nulla su ciò che non sia filosofia in senso stretto: nulla, in particolare, sull'arte e sulla scienza. E che sarebbe tempo che essi prendessero coscienza dei propri limiti e smettessero di ammannirci fastidiosi discorsi in aria.

* * *

La limitatezza che, secondo qualche filosofo, sarebbe propria degli scienziati non esiste; e nemmeno ci sembra ammissibile l'idea, sostenuta da qualche altro, che lo scienziato sappia senza capire e che invece il filosofo capisca. Hertz quando rielabora le equazioni di Maxwell e scopre e studia le onde elettromagnetiche sa e capisce: è un punto saldissimo dello spirito.

La limitatezza che qualche volta si deve rimproverare allo scienziato non riguarda propriamente lo scienziato, ma il filosofo o meglio il dogmatico che sonnecchia in fondo alla sua mente (e in fondo alla mente d'ogni uomo). Ma come è limitato, superficiale, falso lo scienziato in quanto cattivo filosofo, non meno falso, superficiale e limitato è il filosofo in quanto cattivo scienziato.

Attività privilegiate non ce ne sono. Ogni volta che si è svegli – sia pure davanti a una bolla di sapone –, lì c'è tutto lo spirito, mentre se si sonnecchia davanti ai più eccelsi problemi lo spirito si eclissa.

CONCRETEZZA*

Il caso dell'egregio dantista che pubblicò un canto della *Divina Commedia* come imitazione inedita di Dante non è del tutto campato in aria. Un egregio professore di meccanica razionale vedendo, alla fine di un dottissimo corso sui giroscopi, in mano a uno studente un bel giroscopio, domandò un po' seccato: «Che cos'è quell'arnese?» Aveva studiato tutta la teoria dei giroscopi senza provare il minimo desiderio di vedere un giroscopio. In quel tempo gran parte della fisica matematica consisteva in astrattissime e inutilissime esercitazioni senza legami con la realtà sperimentale. Un altro professore, per esempio,

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 30 gennaio 1931.

dopo aver cercato inutilmente di risolvere il problema della distribuzione della carica elettrica nei conduttori, concluse con sicumera che la soluzione non era riuscito a trovarla ma esisteva certamente. (E chi potrebbe dubitarne?).

Quella pseudo-scienza è ormai un allegro ricordo. Oggi tutti mirano alla concretezza. Della matematica si fa larghissimo uso (piú di prima), ma ognuno cerca di porsi problemi concreti e fa di tutto per evitare la minima divagazione. Tutti vogliono soprattutto che il teorico abbia senso fisico. Così mentre nessuno accetterebbe della matematica metafisica, si accettano ipotesi stranissime perché suscettibili di controllo sperimentale: e alcuni arrivano perfino a negare l'esistenza di tutti gli enti che non si possono misurare con strumenti fisici. C'è insomma, se mai, troppa concretezza.

Non so che cosa ne pensi Domenico Pastorino; è certo che nell'articolo *Terre nuove*, pubblicato nell'*Ambrosiano*, egli è stato troppo severo nei riguardi della scienza e mi permetterà alcune amichevoli osservazioni. Dice Pastorino che la filosofia moderna può sorridere dei consensi della scienza, come sorrideva prima dei dissensi, perché «virtualmente, fin dai tempi di Kant – e con ben altra profondità di basi che quelle della scienza – aveva fatto in pezzi gl'idoli adorati sino all'altro ieri dalle scienze positivistiche». Che la natura sia caos e che la legge le sia imposta dal nostro spirito è assioma della filosofia critica. Né c'era bisogno di valorizzare quasi l'atomo nel tubo di Crookes per concludere che i fenomeni microfisici «non si possono considerare come esistenti indipendentemente dal soggetto che li osserva». Questo è assioma palmare per la filosofia

fin dai tempi di Kant, anzi «non solo i fenomeni microfisici ma *tutti* i fenomeni indistintamente, sono, per essa, condizionati dallo spirito che li osserva: nessun oggetto senza soggetto». La filosofia sostiene la spiritualità di tutto il reale ed ammette come canone fondamentale il concetto della creazione, intesa come produzione del «qualitativamente nuovo e superiore». Gli scienziati sono, dunque, ben in ritardo in confronto ai filosofi. E la domanda rivolta a Duford «se i progressi della fisica abbiano importanza metafisica» non trovò adeguata risposta, anche perché la metafisica di oggi non ha niente da imparare a questo riguardo dalla fisica, seguendo questa l'altra come una zoppa una persona salda sulle gambe».

Io sono d'accordo con l'amico Pastorino (benché non lo conosca personalmente, mi permetta di chiamarlo così per via dei principii che abbia-

mo in comune): sono d'accordo con lui sulla concezione idealistica della realtà e su quello che lui dice molto bene nei riguardi della filosofia moderna. Sono anche d'accordo con lui, e non da oggi, nel deplorare la degenerazione positivistica della scienza. Credo però che egli, accettando come buona la traduzione non autorizzata che della scienza d'oggi ha fatto il Borgeese, non abbia bene inteso la novità della scienza contemporanea. Ritornerò a lungo su quest'argomento; per ora mi limito a dire qualche parola sui fenomeni microfisici. Quando gli scienziati dicono che questi fenomeni non si possono considerare indipendentemente dal soggetto che li osserva, non intendono affatto ripetere che non c'è oggetto senza soggetto: intendono affermare una concezione concreta della fisica. Finora i fisici avevano creduto che si potessero studiare i fenomeni prescindendo

do dalle «perturbazioni» che lo scienziato e i mezzi che egli adopera introducono necessariamente nelle esperienze, perché credevano che queste «perturbazioni» si potessero, almeno idealmente, annullare. Ora si è visto che non sempre questo è possibile. Heisenberg, per esempio, ha dimostrato che non si possono determinare nello stesso tempo la posizione e la velocità di un corpuscolo, perché quello che si guadagna in precisione in una delle due misure, si perde nell'altra. Questo non era minimamente sospettato dai filosofi e costituisce una vera novità. È una novità scientifica, non filosofica; ma crede davvero Pastorino che la filosofia debba essere indifferente alle novità? Dove se ne va allora l'idealismo? L'idealismo non può evidentemente consistere nell'affermare, una volta per sempre, la spiritualità di tutto il reale, ma nel vivere questa

verità e quindi nel comprendere e sentire la spiritualità della nuova scienza. Tutto il reale non può significare tutto il reale di Kant, ma anche tutto il nostro reale. Se la filosofia si estranea dalla scienza e dalla storia, si ritorna al vecchio dogmatismo da cui Kant cominciò a liberarsi. È verissimo che molti scienziati sono ancora immersi nel sonno dogmatico, ma anche i filosofi sonnecchiano molto spesso, specialmente quando si occupano della scienza o peggio quando dichiarano di non volersene occupare perché impegnati in faccende più filosofiche.

IL CREDO DI RICHEL*

Le Riflessioni sulla scienza che Charles Richet pubblica nella *Revue des deux Mondes* del 1° novembre, susciteranno vivi consensi in Francia e altrove: e non senza ragione. L'illustre scienziato francese esprime, nello stile delle grandi occasioni, idee che hanno molto séguito nel mondo scientifico: per esempio che gli scienziati amano il vero e sono anzi poeti della verità; che la scienza è generosa e benefica ed è essa che dà ai tempi moderni la loro incomparabile grandezza; che la nostra immaginazione è povera in confronto di ciò che è realmente esistente nell'atomo e nel cosmo e che c'è tanta poesia nell'anima dello

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 13 novembre 1931.

scienziato quanta ce n'è nei piú deliziosi poeti.
«Pensa – egli dice al lettore a titolo di commiato – alle scoperte che si devono ancora fare, ai tesori nascosti nel mistero delle cose e sarai penetrato di confusione pensando che troppo spesso ti abbandonerai ad occupazioni ridicole». C'è un po' d'ingenuità, se si vuole, ma c'è entusiasmo giovanile, c'è fede: e da questo punto di vista io approvo. Ma c'è anche un realismo, un astrattismo caratteristicamente francese che a me, italiano, non piace. Dopo Vico e l'idealismo non si può rimanere a Cartesio.

Secondo Richet, la scienza che già conosciamo si può paragonare a una sfera, quella futura è rappresentata dallo spazio che circonda la sfera, cioè dall'infinito; sicché piú la scienza cresce piú aumentano le scoperte da farsi immediatamente, restando però sempre trascurabili in confronto di

quelle che restano da fare. Se l'immagine non si prende alla lettera, possiamo essere d'accordo e possiamo anche vederla sotto una luce simpatica. In fondo, in forma immaginosa, Richet ci dice che non è ancora stanco, che vuole ancora lavorare, che la scienza è per lui ancora, com'è sempre stata, giovane e ardente. Purtroppo, lo scienziato francese dà alla sua immagine un valore eccessivo. In realtà egli, più o meno oscuramente, pensa che la scienza sia tutta realizzata in quell'infinito misterioso e che perciò la scienza degli uomini sia un vero nulla: e non gli passa per la mente che la scienza degli uomini è viva e quindi piena di possibilità, inesauribile e che, almeno per ora, essa sola si può considerare scienza, ed è, se mai, l'infinito, trascurabile, almeno fino a che rimane un'astratta possibilità. Infatti il Richet afferma che il progresso scientifico è

cosí rapido che, dopo trent'anni, anche lavori eccellenti passano di moda. Nel 1931 – egli continua – non si consultano piú le pubblicazioni scientifiche del secolo XIX. Esse fanno certamente una buona figura nelle nostre biblioteche e basta. «Una vecchia biblioteca scientifica è una sinistra necropoli. Uno spesso strato di polvere e di oblio ricopre tutti quei cadaveri». Di qui a bruciare maomettanamente tutte le biblioteche scientifiche non c'è che un passo. *Mais parfois* – soggiunge quasi per correre ai ripari il Richet – *certe couche de poussière est bien injuste*.

Perché è ingiusta? Perché Laplace, Ampère, Fresnel sono vivi, come i piú vivi degli scienziati di oggi: e chiamarli cadaveri è una bestemmia. Sono vivi e rimarranno sempre vivi, come i canti dei poeti. Basta aver senso storico; basta saperli leggere. Veramente, relativamente ai poeti Richet

ci potrebbe anche dare ragione. Secondo lui, un'opera d'arte, per quanto ammirevole, è sempre un riflesso del nostro spirito: fragile, fugace, incoerente (udite, udite) come il nostro stesso spirito. (Con strana contraddizione, il Richet dice pure che nella scienza ciò che conta veramente è lo spirito, il pensiero). Galatea – egli continua – era incomparabilmente bella e Pigmalione aveva ragione di esserne innamorato ma essa non era che il pensiero di Pigmalione mentre un'opera di scienza è un frammento di assoluto. Evidentemente, la poesia e l'assoluto non sono il forte di Charles Richet. Egli non sospetta che il valore sia della poesia che della scienza consiste proprio nell'essere attività spirituali e nel non avere niente di *assoluto*, nel senso che lui dà alla parola. La scienza è bella, giovane e immortale, come la sente e la adora il Richet, appunto perché è il no-

stro stesso spirito. Se essa si fa consistere nei risultati finali, schematici, perde ogni consistenza; e la sua storia non ci appare piú una storia di vittorie ma (l'espressione è del Richet) una storia di errori. Le piú grandi scoperte – dice ancora il Richet – si possono riassumere in una piccola frase: e cita Lavoisier e Pasteur; e poteva citare Volta, Fresnel, Maxwell, Einstein, De Broglie. Ma è chiaro che esse non sono soltanto quella piccola frase. La piccola frase ha valore in quanto le riassume, tant'è vero che nei ripetitori non ha niente di grande.

La scienza – dice infine il Richet – non è né tedesca, né francese, né europea, né australiana, né del XX o del XIII secolo, ma è la scienza senz'altro: ed è vero ma purché per scienza senz'altro non s'intenda una scienza fuori della storia. La scienza non deve ammettere pregiudizi-

ziali e deve riconoscere soltanto le leggi dello spirito umano ma appunto per questo dev'essere concreta, cioè francese, italiana, vostra, mia, e, nello stesso tempo, vera.

IL SENSO E IL LIMITE*

Dice Antonio Banfi nella *Cultura* di novembre, che il pensiero contemporaneo non mira a costituire sistemi metafisicamente chiusi ma a definire gli «assi razionali che sottostanno alle varietà di direzioni, di oggetti, di metodi del sapere»; non mira a schematizzare ma ad approfondire, a rendere universale l'esperienza: «Il sapere arrivato a questo grado di autonomia, di elasticità, di sciolta articolazione interiore e insieme di certezza razionale, non piú sistema ma sistematicità sviluppan-
tesi attraverso mille direzioni, è la sola garanzia di una cultura libera e progressiva. Giacché esso non ha da prescrivere agli uomini nessuna esi-

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 22 gennaio 1932.

genza, nessun ideale, fuor di quelli che sorgono ed agiscono nella loro vita combattuta, ma ha solo da rischiararli nel loro senso e nel loro limite, al di là del quale degenerano in vana retorica ed in oscuro fanatismo».

Bellissima idea, che meriterebbe la più seria considerazione sia da parte dei filosofi che da parte degli scienziati: e ci auguriamo vivamente che il Banfi vorrà riprenderla e svilupparla. Più o meno consapevolmente, tutti sono oramai stanchi di schematizzazioni e di empirismi e hanno sete di una sciolta articolazione interiore che sia insieme certezza razionale. Per conseguire l'altissimo fine, credo anch'io col Banfi che occorra determinare con chiarezza il senso e il limite di ogni attività. Credo in particolare che se gli scienziati e i filosofi sapessero rispondere alla domanda: «Qual è il senso, qual è il limite della scienza?»,

la nostra cultura farebbe un gran passo avanti. Lo credo tanto che, pur essendo convinto di non essere minimamente in grado di affrontare il difficile problema, voglio almeno tentare di chiarirne qualche punto, augurandomi che venga presto colui che, magari qui nell'*Ambrosiano*, saprà fare il passo decisivo.

Prima di tutto, mi pare indiscutibile che l'autonomia a cui accenna il Banfi si debba rivendicarla alla scienza: e naturalmente in sede teorica.

Quelli che negano il carattere conoscitivo alla scienza pensano sempre alla legge, intesa come schematizzazione del processo scientifico e non al processo scientifico stesso. Chi fa una qualunque ricerca scientifica tocca invece con mano che non schematizza ma pensa, che non si aggira tra ombre ma è a contatto con la realtà. Facciamo il caso della scienza piú bistrattata, e non

da oggi, dai filosofi, cioè della matematica. Punto, linea, superficie, numero irrazionale, numero immaginario, non sono puri nomi? Presentano certo delle difficoltà piuttosto serie (meno serie di quanto credono alcuni filosofi) ma che siano concetti realissimi e non puri nomi si può vederlo facilmente: basta riuscire a comprendere un qualsiasi libro di matematica, sia pure elementare.

Quando voi entrate nello spirito della matematica in modo da essere in grado non solo di ripetere le dimostrazioni del libro ma di farle vostre, di trovare una formola o una proprietà con un procedimento diverso da quelli del libro, voi dimenticate le obiezioni dei filosofi e ne sentite la vanità e l'astrattezza. Voi sentite di pensare nel senso più pieno della parola, anche se siete incapaci di giustificare filosoficamente i concetti fondamentali, così come si può essere un finissimo ragiona-

tore anche se non si sa scrivere un trattato di logica e un grande critico letterario senz'aver scritto un'estetica. Il consiglio dei vecchi matematici ai principianti in imbarazzo: «Andate avanti, la fede verrà», non è poi tanto irragionevole quanto si potrebbe credere. La fede viene perché, facendo della matematica, ci liberiamo di quella boriosa superficialità che vorrebbe passare per filosofia sopraffina: ci tuffiamo nella vita invece di restarcene al difuori. Chi ha spirito matematico, anche se segue una filosofia inadeguata, se ne libera appena comincia a pensare matematicamente. In quanto matematico, egli è sempre nella verità, come il poeta è sempre morale, quando canta, anche se nella vita è un inetto o un birbante. Mi si potrebbe obiettare che se io ho ragione, non sarebbero possibili contraddizioni nella matematica, non solo con le premesse ma nemmeno con

altre teorie o con altre scienze o con la filosofia. Ma è proprio così: non ci possono essere contraddizioni e non ce ne sono finché si resta nella matematica; le contraddizioni cominciano quando credendo di fare della matematica, si fa della cattiva filosofia o quando in qualunque modo si oltrepassano i limiti della matematica. Particolarmente istruttiva è la controversia sul postulato euclideo. Il postulato euclideo, come ogni altro, non si dimostra: si ammette. Postulato è appunto la verità che si ammette senza dimostrazione; chi pretende di dimostrarlo lo snatura. S'intende che il postulato non deve essere arbitrario, non deve essere in contraddizione con nessuna verità, perché allora sarebbe inammissibile: è un dato intuitivo che il più delle volte discende naturalmente da un'ipotesi. Il postulato di Euclide, per esempio, è una conseguenza immediata, un aspetto parti-

colare dello spazio euclideo, che è quello del senso comune. Nello spazio euclideo è naturale che per un punto fuori di una retta non si possa condurre che una parallela alla retta; in altri spazi il postulato non può essere ammesso: e in base a postulati diversi sorgono altre geometrie. Ognuna di queste geometrie è vera nel proprio spazio ma non può pretendere di essere essa sola la vera in qualunque spazio. Ogni geometria insomma ha dei limiti che non vanno oltrepassati; essa, come ogni scienza, ha il suo campo di validità al di fuori del quale non è vera.

Questo concetto si può oramai considerare acquisito nella fisica, come si è avuto più di una volta occasione di ricordare. Così l'ottica geometrica ha un suo dominio in cui può essere ammessa senza riserve, un altro ne ha l'ottica ondulatoria, un altro la teoria dei quanti. La meccanica classi-

ca vale nel campo sterminato dei fenomeni macroscopici e delle piccole velocità ma non vale nel campo atomico; nel nucleo poi non vale nemmeno la meccanica ondulatoria. Anche principi nei quali fino a qualche anno fa tutti credevano incondizionatamente, come il principio di causalità, sono stati abbandonati dalla maggioranza dei fisici nel campo atomico; e Bohr dubita perfino che il principio della conservazione dell'energia non sia valido nel nucleo atomico.

So benissimo che molti sperano che si finisca con l'ideare una teoria che comprenda tutti i fenomeni possibili, una teoria universale e definitiva ed è molto probabile che si creino teorie più comprensive di quelle che si hanno adesso; ma una teoria che ci dispensi dal pensare a me pare nient'altro che un brutto sogno. Tutto fa credere che quando avremo trovato la teoria più com-

prensiva, i problemi da risolvere si moltiplicheranno. La teoria piú comprensiva non potrà sfuggire alla sorte di tutte le teorie, che è quella di sistemare alla meglio l'esperienza passata, lasciando impregiudicato il problema del futuro. Quando Marconi riuscí a trasmettere la lettera S oltre l'Atlantico meravigliò gli scienziati piú dei profani perché dimostrò l'insufficienza di una teoria che sembrava granitica. Non avendosi allora l'idea di quello che poi si chiamò lo strato ionizzato di Kennelly-Heaviside, pareva evidente che le onde hertziane non potessero oltrepassare grandi distanze per via della curvatura della terra; Marconi però ebbe fede nell'esperienza e vinse. Ora vediamo chiaramente che nelle teorie di allora sulla propagazione delle onde c'era implicita la negazione arbitraria dello strato di Kennelly-Heaviside, c'era una generalizzazione eccessiva, un'estra-

polazione; ma non tutti vedono ancora chiaramente che ogni teoria vale soltanto per le esperienze che riassume e perciò su questo punto non s'insisterà mai abbastanza. Così è curioso che molti ancora si ostinino a fare un'estrapolazione enormemente più arbitraria, cioè ad estendere all'universo le leggi che si ammettono per i sistemi chiusi. Sull'enorme mistero dell'universo che appassiona tanto gli scienziati nei momenti di malinconia, la scienza non può dir nulla; ma la filosofia ha detto da un pezzo che il mistero rimarrà impenetrabile finchè l'universo sarà concepito come un ente chiuso in se stesso e indipendente dallo spirito. L'universo è oggetto dello spirito e non si può studiare come se l'uomo non ci fosse; ad esso non si può applicare né il principio di causalità, né il principio della conservazione dell'energia, né il principio di Carnot. L'universo,

o meglio la realtà di cui l'universo fisico è solo un aspetto, cresce, si sviluppa. Non è dunque un sistema conservativo, un sistema chiuso: è tutt'altra cosa. Parlare della sua morte non è logico e forse nemmeno molto serio.

Ma è pure vero che queste sono idee schietamente filosofiche. Sono dunque i filosofi che le devono agitare; sono essi che devono dare all'attività scientifica la coscienza del suo valore e dei suoi limiti. Il momento non potrebbe essere più propizio. Gli scienziati si trovano a ogni momento a tu per tu con la filosofia e la filosofia non può continuare a rimanersene nella sua torre d'avorio, se non vuole anch'essa degenerare nella rettorica e nel fanatismo.

IL LINGUAGGIO E LO STILE*

Nella *Collection de suggestions scientifiques* diretta da Léon Brillouin (Paris, Blanchard), Pius Servien Coculescu, letterato amico della scienza, pubblica un opuscolo curioso intitolato *Le langage des sciences*. Secondo l'Autore, c'è un linguaggio comune a tutte le scienze. Una disciplina si trasforma in una nuova scienza appena rinunzia al linguaggio umano nella sua integrità per accettare il linguaggio scientifico. Il linguaggio scientifico appartiene dunque al linguaggio in generale ma non viceversa. Così (l'esempio è dell'Autore) la frase: «Il burro fonde a una temperatura compresa tra quella del ghiaccio fondente

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 5 febbraio 1932.

e quella dell'acqua che bolle», benché non abbia né una grande precisione né un gran valore, fa parte della lingua delle scienze; mentre la frase: «Come mi piacerebbe assaggiare quel burro!» non appartiene al linguaggio scientifico. Per definire il carattere fondamentale del linguaggio comune a tutte le scienze, l'Autore considera una memoria scientifica qualunque, per esempio una memoria di fisica matematica. Appena se ne legge la prima frase – egli dice – si osserva che ha un senso ben determinato, uno e non più: il senso che le aveva dato l'Autore e che le daranno tutti i lettori. Certo, due lettori differenti reagiranno in maniera diversa davanti a un lavoro scientifico, ma ciò che conta dal punto di vista scientifico non sono i lampi di genio che il lavoro può suggerire a qualche lettore privilegiato: sono le frasi che per tutti hanno lo stesso significato: «Le memorie ori-

ginali, per esempio, hanno un potere suggestivo infinitamente piú grande dei trattati scolastici; ma esse dànno alla scienza ciò che tutti i trattati sono capaci di ripetere, benché con altre parole: ed è questa verità unica, identica per tutti, che si chiamerà domani teorema di Lie o principio di Curie».

Il linguaggio scientifico ha la caratteristica di possedere frasi equivalenti, cioè frasi che, pure essendo diverse dal punto di vista letterario, sono rigorosamente identiche dal punto di vista scientifico (o, in altri termini, hanno lo stesso significato, sicché sostituendo ad una di esse un'altra qualunque delle altre il senso non si altera minimamente). Così invece di dire che due punti determinano sempre una retta, Hilbert ammette che si possa dire ugualmente che la retta passa per quei due punti, o che essa li congiunge, oppure

che i due punti sono situati sulla retta. Una conferma dell'esistenza di frasi equivalenti è data dalle frasi nulle, le quali aggiunte a una frase qualunque la trasformano in una frase equivalente alla data. «Per esempio la frase (del linguaggio scientifico, benché non vera): “Il sole è grande come il Peloponneso” è equivalente a quest'altra: “Il sole è grande quanto il Peloponneso, meno l'Argolide, piú i tre terzi dell'Argolide”, essendo stata ottenuta aggiungendo alla prima una frase nulla».

Il linguaggio scientifico – continua il Servien – è indifferente ai ritmi. Un linguaggio che fosse in tutto identico al linguaggio scientifico senz'essere però indifferente ai ritmi, non potrebbe ammettere né frasi equivalenti né frasi nulle e perciò mancherebbe della proprietà fondamentale del lin-

guaggio scientifico, che è quella di avere un senso unico per tutti.

Una conseguenza immediata di quanto si è detto fin qui è che il contenuto di una qualunque memoria scientifica si può esprimere integralmente non solo con parole della stessa lingua in cui la memoria è scritta ma con parole di un'altra lingua qualsiasi. «Ogni testo in linguaggio scientifico, e in linguaggio scientifico soltanto, è perfettamente traducibile». Tutte le lingue coincidono fra loro per tutta l'estensione del linguaggio scientifico. La frase: «Due piú tre è uguale a cinque», equivale esattamente dal punto di vista scientifico non solo alla frase: «Se si aggiunge due a tre, si ottiene cinque», ma a molte frasi tedesche o francesi. Anche se la traduzione si dovesse ritenere insufficiente dal punto di vista letterario, o piú in generale psicologico, essa sareb-

be esatta dal punto di vista del contenuto scientifico. Per ogni parola che non sia del linguaggio scientifico, c'è un elemento sonoro da cui non si può fare astrazione. Per dire: «Mi piace» non ho altro mezzo che dire queste due parole. Se le traduco in una lingua qualunque, dico tutt'altra cosa, giacché nelle parole del linguaggio comune c'è un elemento sonoro che non si può tradurre.

Dal punto di vista di Servien, il problema della lingua universale diventa l'uovo di Colombo. La lingua universale esiste già: è la lingua delle scienze; e al di fuori del dominio scientifico è vano parlare di lingua universale. Per rendere riconoscibili a persone parlanti lingue differenti le parole della lingua «universale», cioè scientifica, basterebbe dare a ogni nozione lo stesso segno scritto o in altri termini creare una nuova scrittura che si potrebbe chiamare ideografica. In questo modo si

renderebbe piú rapido un processo che si va attuando sempre piú in tutte le scienze. Tutte le scienze infatti tendono a liberarsi da ogni scrittura non ideografica. Uno sforzo supremo in questo senso è il *Formulario* di Peano, che è scritto in una vera e propria lingua universale: ma lingua universale è anche il simbolismo matematico ordinario e non solo quello di Peano: e così pure certi simboli commerciali, le leggende delle carte geografiche, le notazioni chimiche.

Tutti questi ragionamenti – bisogna convenirne – non sono molto profondi: e sono molto prolissi, senz'essere molto chiari. Implicitamente, l'Autore confonde la scienza con la legge scientifica, con la formola staccata dall'esperienza e dal ragionamento e dallo scienziato che l'ha trovata: e allora tutto il resto segue da sé. Lo scienziato si affannerebbe dunque per contribuire ad aggiungere

qualche pagina o qualche riga ai trattati scolastici. Tutto quello che in lui c'è di vivo, di personale, di unico sarebbe quasi superfluo. Tutto quello che nella sua opera può suscitare nuovi pensieri dev'esser messo da parte. Quello che importa è di aggiungere qualche dato ai trattati scolastici. Le memorie originali dovrebbero dunque sparire dopo di essere state utilizzate da un compilatore di testi scolastici: da uno qualunque e preferibilmente da uno mediocre, da uno che si possa considerare come l'esponente di tutti coloro che non hanno la minima originalità. Se è così, ogni scienziato potrebbe fare a meno di scrivere memorie originali e si potrebbe limitare a comunicare ai compilatori di testi scolastici i suoi risultati più «universali», cioè più triti, più terra terra. Parlare di stile scientifico sarebbe dunque un non senso: sarebbe un segno che non si è ancora

compreso il vero carattere della scienza. Vedremo invece che Servien parla di stile e arriva quasi a risolvere il vero problema della scienza ma non se ne accorge e se lo lascia sfuggire.

Prima di analizzare questa nuova fase del suo pensiero, desidero far vedere che il punto di vista di Servien non è solo superficiale ma sbagliato. È sbagliato perché la formola di per se stessa non significa niente: ogni formola non è che un riassunto di esperienze e di pensieri da cui non è possibile fare astrazione. Gli stessi trattati scolastici, gli stessi formulari hanno valore in quanto li sappiamo leggere, cioè in quanto sappiamo, per mezzo di essi, pensare e sperimentare: hanno valore per quel tanto che essi sono scienza viva, scienza «non traducibile». E non ci vuol molto a capire (ed è strano come l'Autore non se ne sia accorto) che se la tesi sostenuta da Servien in

questa prima parte del suo scritto fosse ammissibile, se cioè si dovesse ammettere che scientifico significhi traducibile, tutte le banalità e i luoghi comuni sarebbero scienza. Niente di piú traducibile infatti di frasi come quelle che si trovano nelle grammatiche: «Avete visto il vecchio padre del vostro vicino? No: ho visto la buona madre della mia bella vicina». Un orario, un catalogo sono eminentemente traducibili e non hanno niente che fare con la scienza. Le due frasi del burro sono ugualmente traducibili, mentre Servien ci assicura che la seconda non appartiene alla lingua scientifica. È vero; ma dicendo: «*Comme j'aimerais goûter de ce beurre!*», io dico la stessa cosa che direi se traducessi la frase in italiano o in inglese. Il lato sonoro, il lato poetico della frase non contano nulla, perché essa è per eccellenza prosaica. Così i comandi militari, che devono essere

essenzialmente antiscientifici per Servien, sono traducibilissimi, tant'è vero che esistono in tutti gli eserciti.

Sulla questione dello stile, come s'è accennato, il Servien ha idee opposte a quelle che dovrebbe logicamente avere. Il contenuto positivo di una memoria scientifica – egli dice – si può esprimere in mille maniere ma poiché non sono tutte adottate sorgono problemi di stile. Si potrebbe perfino sostenere che soltanto il linguaggio della scienza ponga dei problemi di stile perché il contenuto di una pagina lirica non può essere espresso che in un modo e quindi non si può parlare di stile.

(L'argomento è debolissimo, come tutti vedono. Appunto perché c'è una sola espressione che sia davvero artistica, sorge il problema dello stile. Quell'espressione unica occorre trovarla e perciò

occorre saperla distinguere da tutte quelle che potrebbero sembrare equivalenti).

Limitandosi, per fissare le idee, alla matematica, l'Autore dice che ogni memoria scientifica originale ha due funzioni: una scientifica: dire delle cose nuove; l'altra letteraria: dirle nella forma più conveniente. La funzione letteraria in teoria è un lusso, in pratica è essenziale giacché la scienza è attività vivente e non può sfuggire alle esigenze della vita. Così ciò che spiega e unifica il tutto è quel sentimento del bello di cui parlano tutti i matematici.

L'Autore distingue poi la memoria che il matematico scrive in un certo modo per ragioni di opportunità e la ricerca effettiva e nota con ragione che sarebbe di grande utilità una filologia delle scienze (storia, psicologia, critica di testi...) che ci mettesse a contatto con la ricerca scientifica. Le

vie attraverso le quali si son fatte le varie scoperte – egli dice – sono vie sacre e intangibili. E contraddicendo in pieno l'affermazione precedente che faceva consistere la scienza in ciò che di essa passa nei trattati scolastici, egli afferma che il miglior trattato di analisi matematica sarebbe «la ristampa ordinata, scelta, brevemente commentata delle memorie fondamentali che hanno fatto progredire l'analisi», e continua: «Benchè *tutti* i matematici d'ingegno si siano nutriti quasi esclusivamente dei testi dei loro pari, è curioso vedere che i trattati e i corsi sono dappertutto, mentre i testi capitali di Cauchy, Welerstrass, non si trovano che in alcune biblioteche, in quelle edizioni complete in-4°, splendidi in-pace. Chi non si è mai dissetato alle sorgenti immagina che l'acqua vi è meno buona e meno assimilabile che nei serbatoi scolastici. La causa ne è ancora la confu-

sione tra economia di parole ed economia di pensiero: questa, sempre realizzata dalle memorie originali; quella, spesso realizzata nei trattati scolastici, i piú chiari dei quali, in confronto dei testi delle scoperte, sono assolutamente opachi e senza voluttà. Anche in questo campo c'è un umanismo possibile e l'originale dovrebbe essere piú familiare del commento».

In questa bellissima pagina l'Autore aveva superato ogni grammaticismo. Logicamente egli doveva concludere che quello che aveva detto precedentemente andava abbandonato e che la scienza è essenzialmente stile, spiritualità, non ideografia e astrazione. Egli comincia col dire, veramente, qualcosa di simile. Dice che alcune delle cose dette precedentemente appaiono ora sotto una nuova luce: dice che non si può piú parlare d'indifferenza ai ritmi, che l'espressione

ideografica potrebbe presentare degli inconvenienti e che il problema della lingua universale esige molto empirismo; ma aggiunge subito che tutto ciò «*n'infirmes pas, mais seulement nuance*» quello che è stato detto prima. Nel linguaggio lirico lo stile sarebbe la stessa cosa mentre nel linguaggio scientifico non sarebbe che l'igiene del pensiero. La verità è invece che lo stile, cioè la personalità dello scienziato, è tutto nella scienza ed è per questo che bisogna attingere alle fonti.

PER LA STORIA DELLA SCIENZA*

Nell'interesse della storia della scienza, vogliamo fare alcune osservazioni sui due ultimi fascicoli di *Archeion*, l'importante rivista diretta da Aldo Mieli con la cooperazione di Roberto Almagià, Silvestro Baglioni e Gino Loria. Se il lettore ci troverà un po' farraginosi, pensi che la colpa non è tutta nostra ma un pochino anche dei due fascicoli di *Archeion*, che sono piuttosto caotici.

Cominciamo col dare una buona notizia: il gruppo italiano per la storia delle scienze, aderente al Comité international d'histoire des sciences, si è costituito. Oltre ai membri effettivi e corrispondenti del Comité (R. Almagià e G. Loria, E.

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 4 marzo 1932.

Bortolotti, A. Corsini, D. Giordano, R. Marcolongo, G. A. Nallino), sono stati chiamati a far parte del gruppo: Federigo Enriques e G. Montalenti, presidente e segretario dell'Istituto Nazionale italiano di storia delle scienze; G. Vacca, professore di storia della matematica nell'Università di Roma; Silvestro Baglioni, Guglielmo Bilancioni, Arturo Castiglioni, Amedeo Agostini, Mario Gliozzi, tutti cultori assai apprezzati di storia della scienza. È un bel gruppo senza dubbio, perché i componenti non solo hanno dato, come dicevo, contributi importanti alla storia della scienza, ma continueranno a darle ancora moltissimo. Alcuni di essi hanno già pubblicato opere fondamentali e altre ne pubblicheranno. Sulla loro scelta nessuna riserva si può fare. Ma poiché in *Archeion* leggiamo che il gruppo è «definitivamente costituito», dobbiamo francamente dichiarare che la no-

tizia non può essere accettata senza gravi riserve. Già, secondo noi, non è stata felice l'idea di dare al Comité international d'histoire des sciences il carattere di accademia. Sarebbe stato meglio creare un'associazione aperta a tutti coloro che amano la storia della scienza. Né siamo isolati in quest'opinione. Tutti poi convengono che, anche volendo conservare il carattere di accademia al Comité, i gruppi nazionali devono essere liberi da ogni catenaccio: e io personalmente ritengo che il Comité dovrebbe far tutti gli sforzi per aumentare al massimo l'efficienza dei gruppi, facendovi entrare tutti coloro che alla storia della scienza possono dare un contributo qualsiasi. Secondo me, dovrebbero entrare nei gruppi nazionali tutti i soci delle varie società scientifiche e tecniche, i direttori delle riviste e dei quotidiani e tutti coloro che, anche non occupandosi di storia

della scienza, possono in qualunque modo giovare alle iniziative che possono essere prese in questo campo. Se il gruppo italiano dovesse davvero essere definitivamente costituito, esso lascerebbe fuori la maggior parte degli storici della scienza e non potrebbe essere accettato. Vogliamo dunque sperare che esso abbia carattere provvisorio.

Anche le direttive del Comité ci sembra che non abbiano ancora raggiunto l'assetto definitivo; e il carattere un po' troppo eclettico dell'*Archeion* esprime forse l'incertezza in cui ci sembra che il Mieli si trovi e con lui tutto il Comité. Aldo Mieli ha dato sempre (né gli diamo torto) una grande importanza all'elemento erudito della storia della scienza; tuttavia, prima che andasse a Parigi, aveva mostrato di sapere apprezzare non solo i dati e le date ma anche le idee, tanto che alcune

sue dichiarazioni di sapore idealistico furono notate con compiacimento dai cultori della filosofia moderna. A Parigi si è invece, se non m'inganno, lasciato sopraffare dall'erudizione e dall'astrattismo, dimodoché, se continua di questo passo, finirà con lo svolgere un'azione puramente estrinseca e sussidiaria. La storia della scienza (il Mieli lo sa benissimo e non deve dimenticarlo) consiste essenzialmente nel rivivere con spirito critico il pensiero scientifico e non nel precisare qualche dato di fatto di scarsa importanza. Il Comité international d'histoire des sciences si occupa di troppe cose: dalla questione delle priorità a quella della rettifica degli errori, dalla bibliografia alla trascrizione dei nomi propri dalle lingue che non usano l'alfabeto latino (e ha perfino una Commission des questions à resoudre), ma temiamo che esso finisca proprio col non occuparsi dello stu-

dio dei classici della scienza con lo scopo di darne una nuova interpretazione. In questo caso, esso svolgerà un'azione assai modesta e discutibile. Lo ripeto: io non disprezzo l'erudizione e sono perciò disposto ad ammettere che le Commissioni permanenti del Comité possano avere una funzione utile, ma l'erudizione non dev'essere fine a se stessa. Facciamo l'esempio della rettifica degli errori. Dice il prof. Gino Loria, presidente della Commissione per la rettifica degli errori, che questa Commissione ha il compito di sradicare, per quanto è possibile, gli errori storici più diffusi. Egli ricorda che il Bertrand, nel suo volume sui fondatori dell'astronomia moderna, dice che Copernico vide a Roma il Regiomontano e osserva giustamente che la notizia è falsa perché, quando Copernico andò a Roma, il Regiomontano era morto da un pezzo. L'osservazione era stata già fatta fin

dal 1877 da R. Wolf, nella sua storia dell'astronomia ma ciò nonostante l'errore continua a essere ripetuto. È deplorabile, siamo d'accordo, e non abbiamo niente da ridire contro la rubrica *Corrigenda*, che sarà pubblicata in *Archeion*; ma bisogna dir forte che sarebbe molto più deplorabile che non si avessero idee chiare sul pensiero di Copernico e che ciò che davvero importa è la conoscenza delle idee di Copernico e del loro valore storico. Gli sbagli di stampa sono odiosissimi (e pochi li odiano come me) ma non bisogna poi credere che il correttore di bozze conti più dello scrittore. Non lo crede nemmeno l'*Archeion*, che, nelle sei righe dedicate a Edison, scrive per due volte male il nome del grande inventore. Gli errori materiali come quello citato dal Loria equivalgono in fondo a sbagli di stampa: e un'opera di storia della scienza potrebbe essere bella e vera anche

contenendone parecchi, mentre essa non ha importanza se manca d'idee. Il Comité international non si può dire che manchi d'idee ma non si può nemmeno dire che sia troppo ricco da questo punto di vista. Nel penultimo fascicolo di *Archeion* è pubblicato al posto d'onore un messaggio di Emile Meyerson sullo studio della storia delle scienze. Non lo disprezzo ma mi auguro che il Comité non lo consideri come un testo sacro e che abbia in proposito idee più importanti. Meyerson fa buon viso alla storia della scienza, per la quale dice opportunamente che occorrono cattedre, istituti, seminari; ma che abbia un'idea chiara di ciò che debba essere la storia della scienza non mi pare. Al Meyerson manca il concetto della verità come sviluppo, che è il solo che possa giustificare la storia della scienza, perché, se non si ha questo concetto, la storia non può

essere che storia di errori e perciò non può avere che un interesse limitato. Se cerchiamo di mettere per un momento da parte, come consiglia il Meyerson, le nostre idee di oggi per guardare il passato con gli occhi degli antichi, noi potremo essere equi, nel senso che possiamo scusare gli errori degli antichi, ma non potremo certamente considerare l'errore come verità: e non saremo storici.

Per fare della storia, non basta nemmeno riconoscere che la scienza del passato è «una scienza allo stesso titolo della nostra» occorre riconoscere che essa è la nostra stessa scienza in una fase anteriore. Dire che studiando la scienza del passato ci sentiamo trasportati sotto un altro cielo dove i fiori e le montagne hanno forme strane, e un sole sconosciuto illumina il paesaggio, può essere poetico ma non mi pare profondo.

Non mi pare chiara nemmeno la distinzione che nell'ultimo *Archeion* fa Arnold Reymond tra storia del pensiero scientifico e storia delle scienze. Secondo il Reymond, la prima si dovrebbe occupare di ciò che è essenziale nei metodi, nella tecnica e nei modi di ragionare, mentre la seconda dovrebbe cercare di essere completa, esponendo in modo particolareggiato sia i tentativi che le conquiste. L'Autore stesso riconosce che questa distinzione dovrebbe essere sviluppata e giustificata; ma si tratta in verità di una distinzione troppo empirica che non può avere che giustificazioni di carattere pratico e contingente e sarebbe erronea se volesse significare che ci possa essere una storia che sia puro pensiero e un'altra che sia una semplice raccolta di fatti.

L'ordine del giorno di Laignel-Lavastine votato per acclamazione mi pare buono. Secondo

quest'ordine del giorno, considerando la parte fondamentale che hanno le scienze nella storia dell'umanità e considerando la necessità della conoscenza della storia delle scienze per la comprensione degli studi storici (io avrei aggiunto: e di quelli scientifici), si fa voto perché sia insegnata la storia delle scienze nelle scuole secondarie e sia accentrata in un istituto speciale nell'insegnamento superiore. Non ci sembra però necessario – e forse nemmeno opportuno – che l'insegnamento della storia delle scienze faccia parte, nelle scuole secondarie, della storia generale. È meglio affidarlo, come si fa in Italia, agli insegnanti delle singole scienze e a quelli di filosofia.

LA CRISI E LA SCIENZA*

Non so se abbiate letto, nelle *Nouvelles Littéraires* del primo aprile, l'articolo: «La crise et la science» di Julien Benda. È una critica a un altro articolo, l'«eloquente articolo» di Paul Langevin sulla scienza colpevole o liberatrice, che nessuno di noi deve aver letto, essendo stato pubblicato in un giornale fuori mano (la *Dépêche de Toulouse* dell'11 marzo). Dal momento che non conosciamo direttamente lo scritto del Langevin, le considerazioni che faremo avranno carattere provvisorio, almeno da certi punti di vista; ma provvisorio non significa inutile, e d'altra parte quello che dice Benda merita di essere discusso indipendentemente dal Langevin.

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 7 aprile 1933.

Il problema dei rapporti tra la crisi e la scienza non è nuovo per noi, anzi sappiamo che esso è stato il centro dei congressi delle scienze di Milano e di Roma né si è ancora detta l'ultima parola. In un punto siamo tutti d'accordo in Italia: che la crisi non può lasciare indifferenti gli scienziati. Sull'applicazione di questo principio si può discutere ma mettere in discussione il principio stesso non è lecito se non si vuole abbassare la scienza a perditempo. Lo scienziato è uomo e non si può sottrarre ai doveri dell'uomo: e Langevin probabilmente non ha fatto altro che riaffermare questa verità. Che Julien Benda possa non esser d'accordo può sembrare incredibile. Sono diversi anni che egli non ha pace per il tradimento dei «chierici» e dovrebbe essere felice di trovarsi al fianco l'illustre fisico del Collège de France. Ma i «chierici» sono irritabili più dei letterati e

il dissenso non deve sorprendere. Langevin è per lo spirito scientifico, Benda per lo spirito etico. Il primo è tutto fatti, tutto ragione (anzi «raison»: è uno dei capi piú autorevoli dell'*Union rationaliste*), il secondo tutto ombre, tutto spettri e catastrofi. Langevin è un maestro della fisica teorica. I suoi lavori sul magnetismo sono fondamentali. Egli ha messo l'ordine nel caos magnetico sistemando i risultati ottenuti sperimentalmente da Curie, giustificando per via termodinamica la legge di Curie e fondando la nuova teoria statistica del paramagnetismo. È stato uno dei precursori e poi uno dei piú entusiasti campioni della teoria di Einstein e ha visto sempre nella scienza qualcosa di profondamente vivo, che impegna tutto l'uomo e non soltanto il suo cervello. La sua filosofia, che è quella del manifesto dell'*Union rationaliste* non è certo il nostro ideale. Piú che una fi-

losofia è una religione: la religione del positivismo; ma io non la disprezzerei. Dev'essere certamente rielaborata e ampliata ma può costituire un punto d'appoggio: ottimo per i francesi. E può sempre essere un ottimo antidoto contro i ritorni offensivi dell'antiscienza così frequenti in tempi di crisi. Proprio accanto all'articolo di Julien Benda si legge un trafiletto della simpatica signora Germaine Beaumont intitolato *Retour du spectre* che ci riconcilia con l'*Union rationaliste*. Secondo la signora Beaumont, la riabilitazione dello spettro fatta da Jean Giraudoux è «uno dei più interessanti avvenimenti letterari e mistici del nostro tempo affaticato». Davanti a questo ritorno si può finalmente comprendere quanto fosse arida la letteratura di ieri, la letteratura senza spettri, e quanti tesori fossero nascosti nelle armature dello spettro, nelle sue catene, nelle sue case disa-

bitate, nel suo pallore, nel suo odore di cimitero al chiaro di luna. Lui solo è fedele e sa amare e ha il senso della tradizione e dell'esattezza e il culto del focolare. Contro queste romanticherie l'*Union rationaliste* ha mille ragioni, e ha ragione quando sostiene che tra spirito scientifico e poesia non c'è incompatibilità: la poesia non va confusa con avvenimenti mistico-letterari come quello celebrato dalla Beaumont.

Nell'articolo che non è piaciuto a Benda, il Langevin, a quanto sembra, sostiene che lo scienziato non deve rimanere chiuso nel suo laboratorio, indifferente agli arbitrii, alle ingiustizie, ai delitti che si commettono per mezzo della scienza e che deve invece intervenire perché ci sia più moralità, più giustizia, più razionalità nel mondo. Fin qui francamente non sappiamo dar torto a Langevin. Lo scienziato deve far di tutto per rendere più

spirituali le relazioni fra gli uomini singoli e tra le nazioni, e qualche volta può farlo anche senza uscire dalla scienza. Il dissenso comincia quando Langevin dice che, per uscire dalla crisi, occorre estendere il metodo scientifico al mondo umano. Si corre il rischio di trattare gli uomini come cose, negando così, con ingenua contraddizione, la spiritualità che si vorrebbe instaurare. Se Julien Benda avesse detto questo, noi lo avremmo applaudito, ma egli non ha la serenità necessaria per suggerire rimedi efficaci (posto che si possa parlare di rimedi). È un malato che vuol fare il medico. Come malato ci interessa e qualche volta ci commuove ma come medico non può essere preso in considerazione. Per Benda, i fatti, la realtà, i dati dell'esperienza a cui si riferisce Langevin sono «eminentemente ingiustizia, passione, violenza, irrazionalità». La storia è, secondo

lui, «essenzialmente irrazionale». Lo scienziato perciò non può fare altro che registrare quest'irrazionalità e trovarne le leggi, giacché – aggiunge il Benda, credendo certamente di fare una considerazione profonda –, l'irrazionale può avere le sue leggi. Quando pretende d'introdurre nei fatti la razionalità, lo scienziato sostituisce una realtà di suo gusto a quella dell'esperienza e cessa di essere scienziato per divenire uomo d'azione.

Se la storia fosse davvero «essenzialmente irrazionale», Langevin avrebbe torto ma avrebbe torto anche Benda. L'unico rimedio, l'unica saggezza sarebbe il prender atto di quella irrazionalità, l'adorarla. Essenzialmente irrazionale vorrebbe dire assurdità del contrario, ma evidentemente Julien Benda voleva dire altro. Egli ammette che la realtà storica si possa modificare e che alcuni personaggi come Gesù e qualche altro l'abbiano

effettivamente modificata. Quell'essenzialmente è dunque del tutto superfluo. Il dato umano infatti – egli dice poco piú oltre – non è simile a quello chimico e fisico perché comporta della libertà. Ebbene, in una visione idealistica del mondo, anche il dato fisico-chimico comporta della libertà o meglio è essenzialmente libertà. Il dato fisico-chimico è il problema ancora non ben formulato che lo scienziato si pone, e risolvere il problema o, in altri termini, far della scienza significa passare a una spiritualità piú profonda. Lo scienziato non ha davanti a sé una realtà a cui si adegua passivamente. La sua è una attività essenzialmente spirituale, creatrice, come l'attività morale di cui si fa paladino il Benda. Facendo della scienza, lo scienziato non cessa di essere uomo, come sembra al Benda: si fa piú uomo. Se la nazione, se l'umanità sono in crisi, egli ha il dovere di contri-

buire, per quanto è possibile, al ritorno della normalità. Deve per questo snaturare se stesso come crede il Benda? No; alla soluzione della crisi egli può contribuire in vari modi e – quando non si possa fare altrimenti – anche continuando a fare della scienza pura. Quando è possibile, egli può orientare in altra direzione la sua attività e in qualche caso può o addirittura deve abbandonare l'attività scientifica. Certe attività nei momenti gravi vanno lasciate a pochi privilegiati. Capisco che a tutto questo Langevin non ha molto probabilmente pensato ma si può escluderlo? In lui c'è stata sempre un'ansia di superare la scienza come attività speciale: e bisogna riconoscere che se egli non è arrivato a una veduta superiore per via teorica, c'è arrivato in pratica con la sua ardente fede nella scienza educatrice. Nell'articolo di cui si discute, egli ha parlato di scienza col-

pevole e liberatrice; e in verità lo scienziato è colpevole se si chiude nel suo laboratorio nei momenti in cui è suo dovere lavorare altrove, mentre se riesce ad essere dove ferve la crisi, vivo come nel laboratorio, può svolgere azione di alta moralità. Quest'azione fuori del laboratorio può non essere scientifica – e può essere anche l'azione morale di Benda – ma può anche essere, come dicevamo, l'attività scientifica in altra forma o in altra direzione. Perché ciò sia possibile, occorre riaffermare che lo scienziato non è una macchina per far della scienza inutile, come sembra credere il Benda. E bisogna rinunciare ai dualismi e al manicheismo apocalittico.

Secondo il Benda, coloro che hanno in qualche modo portato la giustizia sulla terra hanno fatto questa dichiarazione preliminare: «lo non accetto il mondo com'è»: e questa rivolta contro i dati

dell'esperienza sarebbe la negazione dello spirito scientifico. Se vogliamo proprio parlare di rivolta, siamo certamente fuori dello spirito scientifico; ma siamo anche fuori della giustizia: il rivoltoso non è il rivoluzionario, non è il creatore. I donatori di giustizia a cui il Benda ama riferirsi non erano rivoltosi e qualche volta erano spiriti di titani entro virginee forme; temo invece che lui, Julien Benda, sia un pochino rivoltoso, e senza dubbio è da rivoltoso quell'insofferenza della realtà contemporanea. «Kant – egli dice – ha detto che la morale crea il suo oggetto e in verità essa crea la giustizia e non la trova bell'e fatta: basta aprire gli occhi per accorgersene. Anche qui il metodo adottato da quelli che migliorano gli uomini non è esattamente il contrario di quello dello scienziato la cui attività è diretta essenzialmente ad un oggetto imposto dal mondo esterno? (Qualcuno mi

dirà che la scienza «crea» lo spazio a quattro dimensioni; ma io dubito che con creazioni di questo genere si possa salvare il mondo attuale)». Io rispondo che, a parte ogni discussione sulle forme dello spirito, tra l'attività morale e quella scientifica non si può porre l'abisso che immagina Benda. Tutt'e due sono attività creatrici. Se Benda avesse ragione, l'attività scientifica non sarebbe attività spirituale: sarebbe pura passività, e l'unica attività spirituale sarebbe la moralità. Ma in questa visione crudamente dualistica sarebbe davvero possibile un'attività spirituale? Io non lo capisco. E mi pare che Benda, con quel suo pessimismo assoluto, renda impossibile ogni azione morale. Non vorrei che egli, con le migliori intenzioni, identificasse l'azione morale col sospiro e la maledizione. Questi mezzi sono meno efficaci dello spazio a quattro dimensioni per risolvere la

crisi. Ma l'argomento dello spazio a quattro dimensioni si poteva lasciarlo da parte. In quanto verità matematica, lo spazio a quattro dimensioni – potrebbe rispondere Langevin – ha certamente un'azione liberatrice, come ogni verità, come ogni atto spirituale: mentre se ci riferiamo a un aspetto particolare della crisi, non c'è niente di strano che non serva, come del resto non serve in moltissimi problemi matematici. Nemmeno la morale può essere adatta a risolvere tutti gli aspetti della crisi, la quale non è che la realtà di oggi in quanto non ci contenta. C'è in essa l'aspetto morale a cui si riferisce il Benda e quello politico, quello economico, tanti altri. Anche l'arte e la scienza sono in crisi. In un certo senso, la crisi è la vita stessa e la sua fine assoluta sarebbe la morte dell'umanità.

INTERMEZZO*

I lettori si saranno certamente accorti che le *lluminazioni scientifiche* non si pubblicano piú ogni settimana ma ogni quindici giorni. Il mutamento è dovuto a ragioni di carattere generale, estranee alla mia volontà e alla natura o alla fortuna della rubrica; e non posso dire che mi faccia piacere, convinto come sono che di scienza, nel modo come l'intendo io, ce ne sia ancora troppo poca in Italia. Tuttavia vedrò di assolvere lo stesso il mio compito, anche nei limiti piú ristretti di spazio che mi sono concessi.

L'indirizzo della rubrica rimarrà sostanzialmente immutato perché in questi ultimi due anni né le

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 8 luglio 1932.

Sulle *lluminazioni scientifiche*, vedi l'Avvertenza.

mie idee hanno subito profondi mutamenti, né sono sorte idee nuove, né mi sono state fatte serie obiezioni che mi consiglino una «riforma». Mi sembra al contrario che l'orientamento odierno della ricerca scientifica e della cultura italiana dimostrino sempre più che la via in cui ci sforziamo di camminare sia preferibile a tutte le altre.

Oramai certi entusiasmi e certe diffidenze davanti alla nuova scienza, e la stessa distinzione di scienza vecchia e scienza nuova, si possono considerare fuori moda. I nomi di Planck, di Einstein, di Bohr, di de Broglie, di Schrödinger e di tutti gli altri rappresentanti della nuova fisica sono al disopra di ogni discussione. Questi scienziati hanno visto aspetti della verità di cui i predecessori non avevano idea, hanno superato difficoltà che sembravano inestricabili e hanno dimostrato che se la «vecchia scienza» è senza dubbio

scienza, essa pure ha dei limiti che non si devono oltrepassare come molte volte si è fatto. Che una distinzione troppo recisa tra la vecchia e la nuova scienza non sia ammissibile, si è visto bene quando si è capito che anche la nuova fisica ha dei limiti e che ne avrà anche quella dell'avvenire. È che le leggi e le teorie, qualunque sia la loro generalità e la loro fecondità, non sono altro che l'interpretazione di un certo numero di fatti sperimentali o di osservazioni, e sono perciò essenzialmente rivolte al passato, non all'avvenire. Ogni scienziato d'ingegno può sempre trovare qualcosa di nuovo in qualunque campo, anche dove può sembrare che si sia detta l'ultima parola. Quello che è vecchio nella scienza del passato è stato sempre vecchio, cioè non è stato mai vivo, così come avviene nelle opere d'arte. Nella scienza del passato è vecchia perché arbitraria la

pretesa di aver detto tutto, il dare alla legge carattere definitivo; ma in quanto interpretazione felice o geniale, la «vecchia scienza» conserva tutto il suo valore e la sua freschezza. Scienza vecchia e scienza nuova sono insomma fasi diverse di un unico processo e nessuna delle due può vantare una superiorità qualsiasi sull'altra. Tuttavia a me pare che oggi anche i giovanissimi debbano essere molto meglio disposti che non qualche tempo fa verso la scienza italiana. La scienza nuova, essendo stata elaborata quasi esclusivamente da stranieri (e non è senza ragione che il nostro Fermi ha scritto la sua memoria fondamentale in tedesco e l'ha pubblicata in una rivista tedesca) ha avuto, anche per il modo tumultuario con cui si è svolta, qualcosa di decisamente incompatibile col genio italiano. La diffidenza che molti dei nostri vecchi scienziati hanno

avuto verso di essa si deve certamente a scarsa agilità mentale, a scarsa vitalità, ma anche, bisogna convenirne, a quegli elementi ultraromantici, e diciamo pure barbarici, che nella nuova scienza sono essenziali e mancano del tutto alla scienza di Galileo. (Oggi la figura gigantesca di Galileo ci sorprende non meno per le grandi, rivoluzionarie scoperte che seppe realizzare che per l'equilibrio tutto italiano che seppe mantenere nei momenti piú gravi).

Oggi si è stanchi di romanticismo. Tutti hanno sete di serenità, di equilibrio, di concretezza. Si potrebbe perfino parlare di un ritorno al positivismo e al verismo. Non c'è infatti qualche pittore che, per reazione a Modigliani, al surrealismo e alla metafisica, bandisce l'imperativo categorico: «Copiare»? Preso alla lettera, il consiglio condurrebbe al suicidio. Perché copiare? L'idea del co-

piare implica il presupposto che il bello sia tutto nell'oggetto, sia l'oggetto così com'è, indipendentemente dall'artista, e allora evidentemente l'arte sarebbe il tentativo superfluo (anzi ridicolo, come sembrava a Pascal) di rifare più o meno male ciò che in natura esiste in tutta la sua perfezione. L'artista, che è convinto di essere un creatore, sarebbe la scimmia della natura: perderebbe il tempo a fare il verso alla natura!

L'artista e lo scienziato non copiano ma interpretano, realizzano il loro sogno, la loro idea, creano. Lasciarsi sfuggire questa verità sarebbe non reagire agli eccessi metafisici ma ricadere nella più arretrata metafisica. Il progresso, nella scienza e altrove, non può consistere che in un ritorno, se di ritorni si vuol parlare, alla serenità creatrice italiana. I classici della scienza li abbiamo lasciati troppo in disparte: occorre rileggerli,

ristudiarli. Essi sono inesauribili e noi, anche se abbiamo tante volte dichiarato di vedere solo in loro la scienza genuina, ci siamo in realtà comportati come se essi non avessero più nulla da dirci. Noi dobbiamo tornare ad essi, con la maturità che dobbiamo alla scienza nuova, per andare oltre la stessa scienza nuova. Anche nei problemi in cui essi hanno meglio rivelato la loro grandezza, ci hanno lasciato molto da fare: essi sono ancora suscettibili d'impensati sviluppi. Naturalmente essi hanno dei limiti e delle manchevolezze e non liberarcene sarebbe un mancare di rispetto alle loro personalità. Noi dobbiamo continuare la loro opera sia nelle direzioni in cui essi hanno lavorato che in quelle in cui hanno lavorato gli altri. A chiunque abbia trovato nuove verità dobbiamo perciò fare buon viso; e se non è abbastanza «italiano», cioè abbastanza classico, il nostro do-

vere è di renderlo piú classico, liberandolo dai paradossi e dagli arbitrii, se ci riesce.

Pensandoci bene, non è generoso accanirsi su difetti che uno scienziato o una scuola scientifica presenta. I difetti vanno considerati con indulgenza, essendo l'aspetto negativo, e quindi secondario, della verità per la quale la scuola si è imposta. I difetti della nuova fisica sono in gran parte una conseguenza inevitabile delle enormi difficoltà in cui essa si è trovata impigliata e della grande originalità dei suoi piú importanti risultati. Essa si è trovata di fronte a teorie cosí perfette che sembrarono a tutti definitive. Il senso di scandalo che i nuovi fisici suscitarono dipendeva quasi sempre dal fatto che essi erano costretti a opporsi a teorie alle quali sembrava che non ci fosse nulla da obiettare e loro stessi non sapevano che obiettare. Ora soltanto vediamo chiaramente che

quelle teorie, se erano meravigliose come sistemazioni di un certo ordine di fenomeni, erano poi insufficienti davanti a fenomeni di cui prima non si era nemmeno sospettata l'esistenza, e il senso di scandalo o è scomparso o ha perduto la massima parte del suo valore. Scompare così nello stesso tempo l'opposizione tra la vecchia e la nuova fisica e, in conclusione, si è fatto un enorme progresso.

Le idee che abbiamo adesso riaffermate il lettore intelligente le ha viste circolare in tutti i nostri articoli e vedrà che ad esse ci manterremo fedeli anche nella serie che ora s'inizia. Noi ci terremo ancora aderenti all'attualità ma, data la maggiore lentezza della rubrica, ci fermeremo su cose di maggiore importanza. Come in passato, daremo sempre un posto notevole alle grandi figure della scienza e in particolare alle nostre, ma non tente-

remo in nessun modo di metterci in gara con le riviste. Cercheremo di scrivere articoli non superficiali (a che servirebbero?) ma agili o, in altri termini, di fare del giornalismo. Noi ci sentiamo appunto giornalisti e abbiamo l'ambizione di fare unicamente del giornalismo scientifico. Il lettore che ci trovasse troppo professori dia l'allarme d'urgenza.

La volgarizzazione continueremo a evitarla. In Italia nessuno ne sente il bisogno, almeno nei giornali, anche perché di volgarizzazione se ne fa troppa nella scuola. Ci sono poi parecchie riviste francesi che tutti possono leggere e leggono infatti, nelle quali la volgarizzazione è fatta benissimo. Noi italiani aspiriamo ad altro. Noi siamo essenzialmente umanisti o, come alcuni si compiaciono ancora di dire, letterati, e vogliamo che la scienza non strida con la nostra mentalità: voglia-

mo una scienza umana. L'esigenza è piú che giusta ed è profondamente scientifica: intendo dire che la scienza è essenzialmente umana.

L'apparenza del contrario dipende dal fatto che essa il piú delle volte, quando negli spiriti ben disposti fa quell'impressione, è presentata male, d'autorità, dall'esterno, almeno per noi italiani. A noi italiani la scienza non si può insegnare come ai francesi. Noi vogliamo andare a fondo, vogliamo metterci a contatto con la personalità dello scienziato; se no, non prestiamo attenzione. Noi abbiamo poca simpatia per le idee generali tanto care ai francesi, né ci entusiasmiamo per il lato pratico delle cose. Siamo sempre un po' artisti, e se la scienza ci viene presentata come del tutto in contrasto con l'arte, non possiamo accettarla. Occorre mettere l'italiano a contatto con la ricerca viva, fargli sentire che lo scienziato impegna

nella scienza tutto se stesso e non il suo cervello soltanto. Occorre fargli vedere che quell'armonia tra l'arte e la scienza, che seppero realizzare in modo così stupendo Leonardo, Piero della Francesca e Goethe, non ha niente d'innaturale e che anche gli scienziati piú specialisti sono uomini interi quando fanno la scienza.

La nostra rubrica ha avuto finora un difetto abbastanza grave; ha lasciato da parte uomini e problemi importanti, e intere scienze. Ma questo difetto è una conseguenza inevitabile dei limiti, forse troppo ristretti, della mia cultura. Si può attenuarlo, e vedrò di attenuarlo, ma senza tentare un assurdo enciclopedismo. Del resto, alcuni argomenti vanno messi da parte perché non si prestano per quel tipo d'articolo che piace a me. Cercherò, a ogni modo, di far meglio.

L'EDIZIONE REALE DEI MANOSCRITTI VINCIANI*

I

Può darsi che il lettore abbia visto o (anche le cose piú inverosimili accadono qualche volta) abbia addirittura studiato i codici di Leonardo pubblicati dalla Reale Commissione Vinciana, ma non ci sarebbe da meravigliarsi se non avesse nemmeno sentito parlare di questa Commissione e della sua ammirevole opera. Purtroppo nei quotidiani, nei settimanali e nelle riviste destinate al gran pubblico molto difficilmente si trova un po' di

* Pubblicato in «Oggi», 10, 17, 24 giugno e 1 luglio 1939. Si ristampa qui senza le illustrazioni.

spazio per la grande edizione. Si capisce che, se è cosí, ci devono essere delle ragioni e ci sono senza dubbio; ma sono delle buone ragioni? Io dico di no e voglio sperare che quest'articolo e quelli che seguiranno non rimangano isolati e diano l'avvio a una nuova fioritura giornalistica. Nell'anno vinciano sarebbe, piú che opportuno, doveroso.

Il compito della Commissione era dei piú ardui: si trattava di fare, se non meglio, almeno come gli editori del Codice Atlantico, del Codice Leicester, del Codice sul volo degli uccelli, dei Quaderni d'Anatomia. Bisogna riconoscere che c'è riuscita. Quando l'edizione sarà compiuta, Leonardo avrà il suo piú bel monumento.

Il primo dei manoscritti vinciani pubblicati dalla Commissione reale è stato il Codice Arundel 263 del Museo Britannico. L'editore è stato un uomo

intelligente, di gusto e di fede: il cav. Remo Danesi di Roma, ben noto per altre edizioni monumentali. La sottocommissione per la trascrizione e la pubblicazione era composta di Giovanni Gentile, presidente, e di Enrico Carusi, Pietro Fedele, Roberto Marcolongo, Mario Pelaez. L'edizione, di trecento esemplari numerati, comprende una perfetta riproduzione fototipica che quasi quasi consente di fare a meno dell'originale e due trascrizioni: la trascrizione diplomatica e quella critica. La trascrizione diplomatica è la riproduzione del testo in caratteri di stampa senza le figure. È, più che altro, una trascrizione per gli specialisti che vogliono valersi dell'originale nella sua genuinità. Non è indispensabile, ma utile, visto che Leonardo scriveva a rovescio e perché il manoscritto è sbiadito e non è facile a decifrarsi. A ogni modo lo scopo della trascrizione diplomatica è quello di

facilitare la lettura del facsimile riprodotto in fototipia e non può sostituire il facsimile mancando delle figure. Come si capisce, nella trascrizione diplomatica è conservata non solo l'ortografia leonardesca (mancanza di punteggiatura, di maiuscole, unione o fratture delle parole, abbreviazioni, anomalie grammaticali), ma anche la disposizione topografica delle parole.

La trascrizione critica, che alcuni chiamano interpretativa, ma è un'esagerazione, riproduce il testo con le virgole e i punti e le maiuscole, sciogliendo le abbreviazioni e ammodernando con molta parsimonia. In questa parte ci sono anche le figure e perciò, in un certo senso, potrebbe bastare da sola. Le figure sono non solo rovesciate (e ciò, se facilita la lettura delle lettere, crea degli inconvenienti, perché, per esempio, dove Leonardo dice destra bisogna intendere sinistra), ma so-

no ridisegnate e non riprodotte fotograficamente. Questo è un inconveniente serio perché Leonardo è sempre artista, anche quando butta giù una figura a scopo dimostrativo. Le copie, anche se fatte da disegnatori bravissimi, mancano del fascino leonardesco. Da questo punto di vista si potrebbe persino sostenere che l'unica riproduzione possibile di manoscritti vinciani sia quella in facsimile e che solo per ragioni pratiche è consigliabile la trascrizione in caratteri tipografici.

Guardate per esempio questo studio di proporzioni dell'occhio umano. Anche riproducendo la fotografia dei due occhi si rompe l'unità della pagina. Qui non ci sono due occhi di diverse grandezze con una didascalia: c'è una composizione. Non è una pagina di anatomia ma una natura morta. La disposizione dei due occhi e dello scritto e dello spazio libero è essenziale se si vuole

capire davvero Leonardo. Ancora piú significativa è la pagina di nudi e dell'igrometro del Louvre.

Tra l'igrometro e i nudi c'è continuità. Basta questa pagina per comprendere che Leonardo non è artista e scienziato. L'attività scientifica e quella artistica sono in lui tutt'uno. Mentre fa i suoi studi per il Cenacolo di Santa Maria delle Grazie, Leonardo pensa all'apparecchino a spugna e cera che può servire a «misurare l'aria e conoscere quando s'ha a rompere il tempo». Direi che in questo Leonardo non somigli a nessun altro. Negli altri le due attività o sono parallele o l'una subordinata all'altra e non, come in Leonardo, una sola.

Con gli stessi criteri del Codice Arundel la Reale Commissione Vinciana o meglio monsignor Enrico Carusi ha pubblicato i fogli mancanti al Codice sul volo degli uccelli. Come si sa, l'edizio-

ne del Codice sul volo degli uccelli curata dal Piumati e dal Ravaisson-Mollien e pubblicata da quel grande amico di Leonardo e dell'Italia che fu Teodoro Sabachnikoff, mancava delle carte 1, 2, 10, 17. Una di queste carte era stata recuperata dal Sabachnikoff a stampa finita e offerta come le altre alla regina Margherita; le altre tre erano in possesso del collezionista ginevrino Enrico Fatio, il quale prima le prestò alla Commissione Vinciana e poi le regalò all'Italia (e fu fatto, in compenso, cavaliere). Così il codicetto che Napoleone aveva rubato all'Italia, che Libri aveva a sua volta trafugato e che in parte era andato disperso, si trova al completo nella Biblioteca Reale di Torino.

Un altro codice pubblicato dalla Commissione Vinciana è il Codice Forster del Museo Vittoria e Alberto. È stato pubblicato in cinque volumi di formato più piccolo (appartengono alla «serie mino-

re»); di essi solo il primo è stato pubblicato da Danesi: gli altri dalla Libreria dello Stato che ha saputo continuare l'opera del Danesi. Il Comitato esecutivo della Commissione era composto di Gentile, presidente, e di Enrico Carusi e Roberto Marcolongo. Lo stesso Comitato esecutivo e la stessa Libreria hanno pubblicato (nella serie maggiore, s'intende) il Codice A (2172) dell'Istituto di Francia.

Tanto nella pubblicazione dei codicetti Forster che del manoscritto A e credo sempre in seguito si è mantenuta la riproduzione fototipica e la trascrizione critica e si è rinunciato alla trascrizione diplomatica. Si tratta di un compromesso consigliato da ragioni di economia e che non è quindi il caso di discutere. Noi avremmo sacrificato la trascrizione critica. Quella diplomatica è più utile di come si crede perché il facsimile qualche volta è

cosí sbiadito che non si riesce a leggere. Evidentemente la Commissione non ha voluto fare un'edizione per soli specialisti ma anche per il pubblico. A me pare però che un'edizione così costosa sia per il pubblico fino a un certo punto. Al pubblico occorre un'edizione critica su carta comune e a prezzo normale.

//

Nell'articolo precedente ci siamo limitati a dare un cenno puramente editoriale dell'opera della Commissione Vinciana; ma anche dal punto di vista in cui ci eravamo messi, ci sarebbe molto da aggiungere perché la Commissione, oltre a riprodurre il testo di Leonardo, ha opportunamente aggiunto prefazioni, indici, note, glossari su cui ci riserviamo di ritornare.

Con i codici recentemente pubblicati si può dire che, in un certo senso (non come testo popolare), Leonardo non sia piú inedito (il testo per tutti resta ancora da fare). Dei fogli di Windsor c'è solo l'edizione in facsimile del Rouveyre; ma si dice che presto la Commissione Vinciana comincerà a pubblicarli. C'è da augurarsi che siano presto pubblicati tutti gli altri fogli sparsi che si trovano a Londra, a Oxford, a Parigi, a Venezia, a Torino, a Firenze e altrove. Alcuni di questi fogli hanno trovato o troveranno posto nei disegni, invece che nei manoscritti, di Leonardo, come per esempio gli studi per la *Madonna del Gatto*, del Museo Britannico, o il bozzetto per l'*Adorazione*, del Louvre; altri, come il disegno dell'Accademia di Venezia, potrebbero essere inclusi nei fogli di anatomia. Secondo me però sarebbe meglio che fossero pubblicati a parte senza tentare ordina-

menti che, se non impossibili, almeno per ora sono prematuri. Un ordinamento non può consistere nel mettere insieme alla rinfusa i fogli che trattano della stessa materia. Prima di ordinare i fogli, occorrerebbe datarli.

Su questo problema dell'ordinamento che torna sempre a discutersi e non senza ragione, Leonardo parla al principio del Codice Arundel: «Cominciato in Firenze, in casa Piero di Braccio Martelli, addí 22 di marzo 1508. E questo fia un raccolto senza ordine, tratto di molte carte le quali io ho qui copiate, sperando poi di metterle per ordine alli lochi loro, secondo le materie di che esse tratteranno; e inde che avanti ch'io sia al fine di questo, io ci arò a replicare una medesima cosa piú volte sí che, lettore, non mi biasimare, perché le cose son molte e la memoria non le po' riservare e dire: questa non voglio scrivere perché di-

nanzi la scrissi. E s'io non volessi cadere in tale errore, sarebbe necessario che per ogni caso ch'io ci volessi copiare su, che per non reprimarlo, io avessi sempre a rilegere tutto il passato, e massime stando con lunghi intervalli di tempo allo scrivere da una volta a un'altra». È chiaro che Leonardo pensava a un ordinamento per materia. Quest'ordinamento non doveva consistere nel mettere insieme tutti i fogli scritti, ma nel mettere insieme alcuni di questi fogli, eliminando le ripetizioni e naturalmente scegliendo tra due fogli che si contraddicono quello che risponde al suo ultimo pensiero. Si trattava insomma (e lo si sa per altra via) di scrivere dei veri e propri trattati. Il problema che ora si pone è questo: è possibile scrivere i trattati che Leonardo aveva in mente? Io credo che non sia possibile. Si può valersi del materiale di Leonardo per scrivere dei trattati, co-

me il trattato della pittura, quello sulle acque e quello non meno importante benché meno conosciuto composto da R. Giacomelli con gli scritti sul volo, ma si tratterà sempre di opere in collaborazione e non esclusivamente leonardesche. S'intende che, se ben fatti, questi trattati potrebbero essere molto utili, come sono utili le traduzioni, i saggi critici, le antologie e perfino i semplici riassunti.

Divago, lo so: ma avrete letto che due ingegneri avevano presentato al Consiglio Nazionale delle Ricerche il progetto di un motore che a carico e a vuoto consumava la stessa energia, sicché consentiva di avere la luce elettrica e di far andare i treni gratis. Era una bella trovata. Peccato che il Consiglio delle Ricerche abbia risposto che la «scoperta» è senza fondamento!

Quegli ingegneri non avevano letto Leonardo. Nel Codice Forster II sotto il disegnino di una ruota infatti si legge: «Qualunque peso sarà apricato alla rota, il qual peso sia causa del moto d'essa rota, senza alcun dubbio il cietro di tal peso si fermerà sotto il cietro del suo polo; e nessuno instrumento che per umano ingiegno fabricar si possa che col suo polo si volti, potrà a tale effetto riparare. O speculatori dello continuo moto, quanti vani disegni in simile ricerca avete creati! Accompagnatevi colli ciercatori dell'oro». La figurina ci fa capire bene che cosa Leonardo abbia voluto dire. Sulla periferia della ruota, a uno degli estremi del diametro orizzontale c'è un pesetto che, se la ruota è libera di girare intorno al centro o, come dice Leonardo, al polo, la metterà in movimento. Leonardo però capisce non solo che la ruota finirà, dopo qualche oscillazione, col fer-

marsi in modo che il pesetto rimanga in basso all'estremo del diametro verticale, ma che con nessun strumento meccanico si può evitare l'inconveniente ottenendo il moto perpetuo. Oggi tutti sappiamo che con nessuna macchina si può ottenere lavoro senza spesa perché occorrerebbe creare dal nulla l'energia necessaria. Leonardo aveva intuito il principio nel campo dei fenomeni allora conosciuti e oggi accetterebbe la sua estensione senza difficoltà.

Di cose scientifiche (specialmente di geometria e di meccanica) i codici leonardeschi recentemente pubblicati son pieni e si può vederlo leggendo le memorie che ha loro dedicato il Marcolongo (ne dirò anch'io qualcosa, per quanto lo consente l'indole di questo periodico); ma ci sono anche pagine di filosofia della scienza (quelle sul punto; anche quelle sulla gravità e levità); ci sono

apologhi, curiosità, appunti per la *Cena*, disegni, pagine letterariamente interessanti: c'è Leonardo, grand'uomo del Rinascimento e di tutti i tempi.

Ecco, nel Codice Forster II, gli appunti per la *Cena*: «Cristo – Giovan Conte, quello del Cardinale del Mostaro. Giovanissimo, viso fantastico; sta a Santa Caterina allo spedale. Alessandro Carissimo da Parma per le man di Cristo». Fin qui si tratta di un promemoria. Leonardo prende nota delle persone che potrebbero servigli da modelli per le figure, per un viso, per una mano. Ma quel «giovanissimo, viso fantastico» non è piú la notazione mnemonica e ci fa pensare a qualcuno dei piú spirituali disegni di Apostoli. Piú oltre, nei fogli 62 e 63, ci mette davanti al suo capolavoro, in cui la psicologia dei personaggi e la mimica delle mani sono d'importanza fondamentale. Leggiamo: vedrete che ne vale la pena. Ca-

pirete meglio Leonardo e il Cenacolo: «Uno che beeva e lasciò la zaina nel suo sito e volse la testa inverso il proponente. – Un altro tiene le dita delle sue mani insieme e co' rigide ciglia si volta al compagno. L'altro colle mani aperte mostra le palme di quelle e alza le spalle inver li orecchi e fa la bocca della meraviglia. Un altro parla nell'orecchio all'altro e quello che l'ascolta si torcie inverso lui e gli porge li orecchi tenendo un coltello nell'una mano e nell'altra il pane mezzo diviso da tal coltello. – L'altro nel voltarsi tienendo un coltello in man versa con tal mano una zaina sopra della tavola. – L'altro posa le mani sopra della tavola e guarda. L'altro soffia nel boccone. – L'altro si china per vedere il proponente e fassi ombra colla mano alli occhi. – L'altro si tira inderieto a quel che si china e e' vede il proponente infra 'l muro e 'l chinato».

La prima idea della *Cena* è un'idea drammatica o, se si vuole, letteraria: l'idea che possiamo ancora riconoscere e ammirare, nonostante i danni e i restauri. Ma avrebbe torto chi si appoggiasse alle parole citate per fare un'apologia della pittura di contenuto. Quelle parole dimostrano che Leonardo vedeva chiaro e sapeva dire quel che voleva; ma esse sono evidentemente solo l'antecedente dell'affresco di Santa Maria delle Grazie. Leonardo passa subito ai disegni che ora si conservano al Louvre, all'Accademia di Venezia, alla Biblioteca Reale di Windsor, dove c'è quello di Filippo; e qui (come, per quanto si può giudicare, nel *Cenacolo*) egli si esprime compiutamente col segno e col colore. E grandissimo, anche se esaminato dal lato strettamente pittorico, egli ci appare nella *Gioconda*, nella piccola *Annunziata* del Louvre, oggi a Milano, nell'*Adorazione dei*

Magi, nella *Vergine delle Rocce*, nel cartone della *Sant'Anna* di Londra e in tanti altri disegni che sono tra i piú belli che esistano.

* * *

Come in tutti i manoscritti vinciani, anche in questi che stiamo esaminando ci sono favole, facezie, paradossi.

Nel Codice Forster II c'è la storiella di madonna Bona. Un moribondo, sentendo che c'è all'uscio una donna con quel nome, alza le braccia ringraziando Dio con alta voce e dice ai suoi che la facciano passare «acciò che potessi vedere una donna bona inanzi che esso morissi, imperocché in sua vita ma' ne vide nessuna».

Nello stesso manoscritto c'è una vera e propria facezia: una «cartolina del pubblico»: «Fu detto a uno che si levassi del letto, perché già era levato

il sole; e lui rispose: Se io avessi a fare tanto viaggio e facende quanto lui, ancora sarei io già levato; e però avendo a fare sí poco camino, ancora no mi vo' levare».

Non so se vi piacerà il paradosso del torlo d'uovo nel Codice Arundel: «Il rossume over tuorlo dell'ovo sta in mezzo al suo albume senza disciendere d'alcuna parte, ed è piú lieve o piú greve o eguale d'esso albume; e s'elli è piú lieve e' dovrebbe sorgiere sopra tutto l'albume e fermarsi in contatto della scorza d'esso ovo; e s'elli è piú grave dovrebbe disciendere; e s'elli è uguale cosí potrebbe stare nell'un delli stremi come in mezzo o di sotto».

L'argomentazione è logica. Se il torlo è libero non si spiega come possa stare nel centro perché o ha lo stesso peso specifico della chiara e allora dovrebbe stare indifferentemente in un

punto qualunque e non sempre al centro; se il peso specifico è minore deve galleggiare sulla chiara; se è maggiore, come realmente è, dovrebbe andare al fondo. Noi sappiamo perché rimane al centro: perché è vincolato da due cordoni che si chiamano calaze. Io credo che Leonardo lo sapesse meglio di noi e che quindi abbia voluto proporre un indovinello; ma può darsi che quando scriveva non sapesse ancora bene come stessero le cose e ponesse soltanto un problema da risolvere.

Questi scherzi, queste favolette, questi problemi paradossali vanno tenuti in considerazione per comprendere Leonardo, ma sarebbe un grave errore credere che siano al centro del suo spirito. Leonardo è un uomo serio. Nulla è più falso che l'idea che egli sia un dilettante. Pochi sanno come lui insistere su un problema, su un'idea. L'uni-

verso è per lui un campo inesauribile di ricerche e uno spettacolo.

L'acqua è per lui una specie di divinità. «Questa», dice nel Codice Arundel, fogli 57 e 58, «l'alte cime de' monti consuma. Questa i gran sassi discalza e remove. Questa scaccia il mare de li antichi liti, perché col portato terreno l'inalza il fondo». Non la nomina mai col suo nome e in realtà leggendo bene si vede che non è solo acqua: è acqua e fuoco, acqua e moto; ora è amara, ora dolce, quando dannosa quando salutifera: è soprattutto mutevole. «E come lo specchio si trasmuta nel colore del suo obbietto, così questa si trasmuta nella natura del loco donde passa: salutifera, dannosa, solutiva, stitia, sulfurea, salsa, sanguigna, malinconica, frematica, collerica, rossa, gialla, verde, nera, azzurra, untuosa, grassa, magra. Quando apprende il foco,

quando lo spegne, calda, fredda... quando notrica e quando il contrario, quando salata o disipita, quando con gran diluvi le ampie valli sommerge». A questo punto Leonardo si eleva a una considerazione generale: «Col tempo ogni cosa va variando»; e poi continua sul tono di prima.

Il lato piú importante dei codici vinciani che stiamo esaminando rimane però quello scientifico. Le osservazioni che egli fa in materia di trasformazione di solidi in altri equivalenti e in materia di volo degli uccelli, di meccanica, di ottica e di altri rami della fisica sono tra le piú belle che egli abbia fatte. Importanti sono le sue osservazioni di acustica, che poco sono state finora studiate.

III

Gli enti geometrici fondamentali non si definiscono facilmente. Pascal, cercando di definirli, si è impigliato in difficoltà inestricabili e più recentemente c'è stato qualcuno che li ha considerati astratti e assurdi. Nel Rinascimento non era possibile capirli sul serio. Per capirli occorreva tutto lo sviluppo del calcolo infinitesimale e forse anche oggi si potrebbe discutere. Leonardo non discute e nemmeno passa oltre. Sembra che quegli enti cambino natura ad ogni istante e lui si adegua di momento in momento alla loro nuova natura.

Il punto non ha mezzo ma è lui mezzo di ogni cosa; non ha mezzo ma lui è il mezzo e nessuna cosa può esser minore. Il punto è quel minore. Punto è quel che la mente non divide e non ha

parti. Ma allora il punto sarebbe l'atomo dello spazio? Leonardo sa, capisce che questa risposta non è soddisfacente (infatti conduce ai paradossi di Zenone: la freccia non raggiunge il bersaglio; Achille non raggiunge la tartaruga) e dice perciò che il punto è termine comune del nulla con la linea, ma non è né nulla né linea e non occupa posto tra il nulla e la linea, sicché il nulla e la linea sono in contatto ma non congiunti. «Seguita che 'l punto è men che nulla e se tutte le parti del nulla sono eguali a una, concluderassi maggiormente che tutti li punti ancora sono eguali a un sol punto e un punto è eguale a tutti». La conclusione sembra paradossale ma è logica. Il paradosso si avrebbe se il punto fosse qualcosa di materiale mentre esso è incorporeo e perciò non si deve credere che molti punti in continuo contatto compongano la linea o molte linee la su-

perficie e molte superficie il corpo. Nel Codice Atlantico dice che la superficie, essendo ciò che mostra la figura dei corpi, ha in sé essere ma in realtà, poiché non occupa spazio, dato che è il termine tra i corpi e l'aria che li circonda, è simile al nulla che ha il nome e non l'essere. Le ultime parole dello stesso foglio (fol. 68 verso) sono, non so se è un caso: «I pensieri si voltano alla speranza»; e potrebbero esser messi come epigrafe a tutta la ricerca. Perché se Leonardo non è riuscito a dare la soluzione completa del problema che si era posto, qualcosa ha pure capito e c'era da sperare che tutta la luce potesse essere fatta. Egli non è così sicuro come potrebbe sembrare e insiste appunto perché sente che qualcosa gli sfugge, ma la sua eloquenza e la sua felicità son dovute al suo sentirsi sulla buona strada.

La teoria vinciana della gravità è forse la sua cosa piú singolare. Potrebbe sembrare un dirizzone da uomo senza lettere e senza spirito scientifico; è, invece, nonostante gli errori e i paradossi, una cosa seria.

Leonardo è molto aristotelico quando fa della teoria (da Aristotele non si libera del tutto nemmeno quando enuncia la legge d'inerzia; differisce profondamente da Aristotele per il suo spirito d'osservazione); sulla teoria della gravità comincia da Aristotele ma in parte se ne libera. È da notare che egli non suppone neppure quella azione a distanza che ripugnava tanto allo stesso Newton, il quale, com'è noto, diede la legge dell'attrazione ma non volle mai ammettere la realtà fisica dell'attrazione stessa.

Dopo aver detto con Aristotele che ogni cosa desidera mantenere la sua natura, Leonardo dice

nel Codice Atlantico (fol. 123 *recto*) che «la gravità, per essere rescacciata dalle cose lievi, desidera tal sito che essa piú non pesi». La gravità e la forza, aggiunge subito dopo, desiderano di non essere e perciò la loro esistenza è uno stato violento. Poiché, aveva detto prima, ogni grave si allontana per quanto è possibile dai corpi piú leggeri, il suo centro «nel centro delli elementi si quietà»; nel Codice Forster, III (fol. 66 *verso*) ripete che il desiderio di ogni corpo è che il suo centro sia il centro della terra. Questo «desiderio» però non ha niente di animistico, né ha niente da vedere, per esempio, con l'azione della calamita. «Il disscienso del grave», dice Leonardo nel Codice Arundel (fol. 95 *r.*), «non è verso il cietro per esser tirato da lui, né perché tale grave desideri congiugnersi con esso cietro ma perché il mezzo nol po' sostenere». Per spiegarsi

meglio, Leonardo fa l'esempio dell'acqua, cercando di dimostrare che essa non è attratta dal centro del mondo. Se così fosse, egli dice, l'acqua si muoverebbe sempre verso il centro e se ne fosse impedita eserciterebbe una pressione sull'ostacolo. «Il che dell'uno e dell'altro si vede l'opposito, perché chi lascia cadere l'acqua sopra della terra, essa immediate perde il peso e 'l desidèro di disciendere. E ch'ella non dia gravezza sopra il suo sostentaculo, si vede nel fondo dell'acqua de' pantani essere il fango levissimo quasi di sottilità d'acqua stare notante a similitudine di nebbia infra lo terreno e l'acqua del padule. La qual cosa no sarebbe così, se tale acqua pesassi sopra esso fondo. Ancora si vede le cime delle sottilissime erbe spicarsi dal fondo d'essi paduli e penetrare infra l'acqua inverso la sua superfizie come se dall'aria circundata fussi.

Il che se l'acqua pesassi sopra il suo fondo, essa peserebbe ancora sopra la cima di tale erbe e non potrebbe essere penetrata da loro, anzi le terrebe piegate e spianate insieme colla condensata terra».

A noi che siamo pratici d'idrostatica questa conclusione pare stranissima, e strana doveva apparire a molti anche quando Leonardo scriveva. Leonardo invece era convinto (e, come si è visto, si appoggiava a osservazioni incontestabili) che anche l'acqua del mare non pesasse sul fondo e negava anche la pressione atmosferica. Egli diceva perfino che i grandi edifici non esercitano pressione sul terreno su cui si appoggiano. «Ancora la gravità de' grandi edifizi non pesa sopra i sua sustentaculi, come si vede ne' terreni tratti di sotto i lor fondamenti; il quale non è altrimenti raro come sotto l'aria situato fussi». Evidente-

mente anche i suoi contemporanei avrebbero trovato discutibile quell'affermazione e c'è perfino da sospettare che non si riesca bene ad afferrare il suo pensiero.

L'affermazione che l'acqua non esercita pressione sul fondo è da lui ripetuta troppe volte perché si possa dubitare di non avere bene inteso. Nello stesso Codice Arundel (fol. 266 v.) egli torna sull'idea che l'acqua non esercita pressione sul fondo, tant'è vero che non piega le foglie nate sul fondo.

Piú o meno oscuramente Leonardo cerca di fondare la sua teoria sul principio di Archimede. La gravità è il peso specifico. Dunque, egli sostiene, anticipando gli Accademici del Cimento, la gravità e la levità non differiscono di natura e si trasmutano l'una nell'altra. «Levità è un accidente creato dall'elemento piú raro tirato sotto il men

raro, che allor si move per non potere resistere, che allora acquista peso, il quale si gienera immediate che a tale elemento manca resistenza, la quale resistenza, essendo vinta dal peso, non muta senza mutazion di sostanza; muta, acquista il nome di levità (fol. 205 r.)». Leonardo aggiunge che levità e gravità nascono insieme e dà questa prova: mettiamo dell'aria sotto l'acqua, soffiando in una canna, e vedremo che l'aria acquisterà levità stando sotto l'acqua, mentre l'acqua, per avere sotto di sé l'aria, acquisterà gravità.

Qui egli ha ragione ed è nuovo. Se avesse sottoposto meglio all'esperienza le sue idee avrebbe finito col comprendere che il principio di Archimede, benché sia molto importante, non basta. In realtà (e l'abbiamo fatto capire affermando che la posizione di Leonardo è oscura) il principio di Archimede, che del resto egli non cita esplicita-

mente, non basta nemmeno a lui. Infatti egli continua ad ammettere un sito naturale dei corpi e definisce precisamente la gravità come una potenza invisibile «infusa ne' corpi che dal loro natural sito son remossi». Il sito naturale è il centro del mondo, cioè il centro della terra concepita tolemaicamente. «Grave (Codice Forster, II, fol. 116 v.) è detto quel corpo che, essendo libero, si dirige il suo moto al centro del mondo per la via più breve. Lieve è quel corpo che sendo libero si fugie da esso centro del mondo e ciascuno è d'egual potenza».

Il centro del mondo dovrebbe essere un punto fisso e così lo concepisce Leonardo quando rimane aristotelico; quando il senso fisico prende il sopravvento (Codice Forster II, fol. 126 v.) Leonardo invece sostiene che, per il variare dell'inondazione dell'oceano, è sempre mobile. Nel Codi-

ce Arundel (fol. 19 *r.*) dice che «la terra è mossa dal suo sito dal peso d'un piccolo uccel che sopra di lei si posi». Si sposterà dunque anche il centro e parrebbe perciò che si dovesse spostare anche la traiettoria dei gravi cadenti ma non direi che Leonardo la pensasse proprio così. Il suo pensiero su questo punto doveva oscillare secondo che prevalessero il principio di Archimede, intendo dire le ragioni fisiche, oppure l'aristotelismo.

Qualche volta Leonardo combina quello che abbiamo detto il suo punto di vista fisico col punto di vista aristotelico, per esempio nei fogli 6 e 7 del Codice Forster, III, dove egli sostiene che i circoli delle sfere celesti, insieme con gli elementi, egualmente da lor discacciano e sospingono ogni cosa ponderosa, cosicché i gravi sono piuttosto di sopra cacciati che dal centro tirati in giù.

Non bisogna credere però che Leonardo concepisca il sito naturale dei corpi con pedantesco rigore perché secondo lui (Codice Arundel, fol. 205 r.) «l'aria non ha in sé sito naturale e sempre si ferma sopra corpo più denso di lei, né mai sopra il più lieve che le sia in contatto se non per violenza».

A voler dare un'idea adeguata delle idee di Leonardo sulla gravità, occorrerebbe insistere ancora molto (e forse su certi aspetti più propriamente fisici torneremo); crediamo però di essere riusciti a far capire il carattere delle teorie leonardesche. Sono teorie di un ingegno essenzialmente intuitivo, fondate, più che sull'esperienza, sull'osservazione; sono teorie che annunziano tutta, si può dire, la scienza moderna ma, a voler esser giusti, non la iniziano ancora decisamente o almeno non sempre.

Si è molto discusso per decidere se Leonardo abbia o no avuto l'idea della composizione delle forze con la regola del parallelogrammo e si può anche rispondere di no, nel senso che la regola, nella sua generalità, non c'è nei manoscritti. Ma guardate questa figurina del Codice Arundel, fol. 143 v. Leggiamo:

«Quando il moto naturale del vaso che versa sarà eguale al moto trasversale della cosa versata, allora la ipotenuisa taglierà i lati eguali al suo ortogonio.

«Quando il moto trasversale del vaso che versa fia per velocità uguale al moto natural della cosa versata, allora le linee de' moti si comporano un ortogonio del quale la ipotenuisa fia la materia versata».

In un caso particolare, particolarissimo, è in fondo la regola del parallelogrammo. Invece del

parallelogrammo c'è il triangolo rettangolo; ma è lo stesso. L'ipotenusa è la diagonale di un parallelogrammo, che in questo caso si riduce a un quadrato.

Per lasciarvi la bocca dolce, vi presenterò questa Madonnina, presa dal Codice Forster, II, fol. 37, *r*. Non è riprodotta bene ma, anche così, piace: i disegni di Leonardo resistono anche alle cattive riproduzioni. Il disegno riprodotto è del 1497 e si riferisce a una pala d'altare che Leonardo doveva dipingere per una chiesa di Brescia.

IV

Nei riguardi della gravità, Leonardo non si limita alle considerazioni, diciamo così, filosofiche di cui si è parlato nell'articolo precedente: egli scende e si ferma a lungo sul terreno più propriamen-

te scientifico, conseguendo risultati importanti e suggestivi.

Nel Codice Arundel (fol. 11 *r.*): «Nessun grave si fermerà sopra il sostentaculo dov'è posato se la linea centrale del suo peso non tocca la fronte di tal sostentaculo».

La linea centrale del peso, come spiega subito, è la verticale passante per il suo centro di gravità. Leonardo enuncia dunque la regola del poligono d'appoggio, o poligono di sustentazione, cioè dice chiaramente, come oggi diciamo tutti, che un grave appoggiato non può rimanere in equilibrio se non quando la verticale che passa per il suo centro di gravità cade nell'interno del poligono di appoggio. Egli spiega che, se la verticale cadesse fuori della fronte del sostegno, non potrebbe rimanere in equilibrio «perché el maggior suo peso sarebbe fori del suo sostegno e così cadendo ti-

rerebbe con seco la parte piú lieve». Qui Leonardo (e si vede meglio da ciò che segue) decompone il peso del corpo come faremmo noi e ragionando quasi come noi. «Tanto s'alleggerisce un grave al suo sostentaculo, quanto e' si fa piú distante al perpendicolare che ha il fermamento del sostentaculo. Il quale alleggerimento ha tale proporzione con tutto il peso, quale ha la lunghezza di tal distanza co' la lunghezza di tal sostentaculo».

Non meno interessanti sono le considerazioni di Leonardo intorno al comportamento di un grave che cada nel centro della terra.

Che fa un grave che sia abbandonato a se stesso, nel caso che sia libero di muoversi fino al centro della terra e oltre?

Leonardo, che osserva tutto, conosce il comportamento del pendolo, quand'è spostato dalla

posizione di equilibrio e intuisce che anche il grave deve compiere delle oscillazioni prima di fermarsi. Leggiamo, ne vale la pena (Codice Arundel, fol. 65 *r.*): «La gravità cadente al centro del mondo non fermasi a esso centro immediate, ma co' lungheza di tempo molte volte scorre tra su e giù intorno a tale centro.

«Quando il centro natural del peso s'unisce col centro del mondo, il corpo che lo include rimarrà senza moto.

«Sempre i moti del grave intorno al centro del mondo saran fatti con equal tempi, ancora che mai nella lor successione sieno d'eguale lunghezza».

Se non avete letto attentamente o, come può succedere, avete saltato la citazione, tornate indietro, per piacere. Le parole che qui sopra ho riferito sembrano di Galileo. Leonardo dice, e Gali-

leo sarebbe in tutto d'accordo, che il grave, dopo molte oscillazioni isocrone, finirebbe col fermarsi; e allora il suo centro di gravità coinciderebbe col centro della terra. L'isocronismo delle oscillazioni pendolari, che sarà riscoperto da Galileo, nell'ultimo periodo citato è espresso con tanta chiarezza che è superfluo insistere. Leonardo dice che le oscillazioni sono fatte in tempi uguali, benché siano d'ampiezza via via decrescente. Per dir la verità, Leonardo afferma che i moti «fatti con egual tempi» nella lor successione non sono mai di uguale lunghezza, ma dal momento che il grave finisce col fermarsi, non si può trattare che di oscillazioni di ampiezza decrescente.

Perché, arrivato al centro del mondo, il grave non si ferma subito e compie molte oscillazioni? Leonardo avrebbe potuto rispondere allegando, come fa in una pagina che analizzeremo più ol-

tre, l'impeto, o impulso, da cui il grave è animato. Il grave non si può fermare finché non si consumi il suo impeto. Invece nel Codice Forster (II, fol. 59 v.) egli risponde che il centro del mondo, essendo indivisibile, è uguale al nulla e, se lí viene gettato un peso, «quanto piú si move piú pesa; onde giunto al centro del mondo, che ha solo il nome, e coll'esere eguale al nulla, il peso gittato non troverà resistenza per tal centro, anzi passerà e po' tornerà». In altri termini, il peso va crescendo a mano a mano che il grave si avvicina al centro della terra (e qui Newton vedrebbe in embrione la sua legge), ma le oscillazioni son dovute al fatto che il centro della terra, essendo un puro nome, non presenta resistenza.

E che farebbe una massa d'acqua se si trovasse, senza la terra, intorno al centro del mondo? Leonardo (Codice Arundel, fol. 205 v.) risponde

«ch'ella si farebbe di perfetta sfericità, la qual sarebbe di tanta virtù che, essendo penetrata da' razi solare, ella acenderebbe il foco nelle cose atte al foco poste nella oposita parte dell'aria». Qui si potrebbe vedere in Leonardo (ma forse corriamo troppo) un legame tra la gravità e l'attrazione molecolare, specialmente se ci riferiamo ad altri codici. Piuttosto, vogliamo fare un'altra osservazione. Leonardo ha detto che l'acqua, raccogliendosi in una sfera, potrebbe servire ad accendere il fuoco, giacché, diremmo noi, diventerebbe una lente convergente. Ma nominato il fuoco, Leonardo pensa a un problema non ancora risolto e nota: «Perché il foco rinchiuso subito more. E così nelle cave del grano».

Non volendo rispondere perché incalzato da altri pensieri, o non avendo ancora i dati per rispondere, egli passa oltre e si occupa di attrito.

Un corpo rimane in equilibrio su un piano inclinato quando il suo peso è vinto dall'attrito. «Quando la potenza della confregazione vince la potenza del peso, allora il corpo non n'arà moto».

Quest'affermazione non avrebbe una grande importanza se fosse isolata ma, collegata con tutte le altre esperienze sull'attrito che al Govi parvero incredibili, è interessante, perché se il corpo ha un peso maggiore dell'attrito non può restare in equilibrio e oggi sappiamo che si dovrà muovere di moto uniformemente accelerato. Se il peso è uguale alla forza d'attrito e il corpo riceve un impulso, si avrà invece moto uniforme. Nel caso dell'attrito interno quest'ultima osservazione presenta molto interesse e non si può dire che fosse del tutto sconosciuta a Leonardo. Infatti nel Codice Arundel (fol. 10 *r.*) si leggono queste parole: «El grave che discende infra l'acqua, osserva

sempre una medesima velocità. Quel ch'è detto accade perchè l'acqua non apre la strada al mobile come fa l'aria, e non po' fare onda come l'aria allo ingiú. Onde è necessario che 'l mobile, penetrando mezo d'egual resistenza, che 'l moto d'esso mobile sia d'egual velocità».

Non dite senz'altro: «Non è vero», perché avreste torto. Leonardo ha visto certamente qualcosa: ha visto che la discesa può avvenire con moto uniforme (quando la forza motrice, cioè il peso nell'acqua, e la forza d'attrito sono o diventano eguali. Il caso può avvenire in un fluido qualunque e quindi anche nell'aria).

Sull'attrito ci limiteremo a citare il fol. 41 *r.* del Codice Arundel. In questa pagina Leonardo disegna, fra l'altro, quello che nei testi di fisica si chiama «banco di Coulomb» perché fu usato dal fisi-

co francese, nelle sue classiche esperienze sull'attrito, quasi tre secoli dopo (1781-1790).

«Le confregazion de' pesi», dice Leonardo, «son di tante varie resistenzie quanto son vari e' corpi che 'nsieme si confregano; e se le superfi-
zie de' corpi che 'nsieme si confregano, saranno dense e di resistente planizia, allora il contatto grande fia d'egual resistenza a quel del piccolo».

Queste affermazioni si ritrovano identiche nei moderni trattati di fisica, per esempio in quello del Roiti. Secondo Leonardo, dunque, l'attrito dipende dalla natura dei corpi e, quando le superficie siano e rimangano piane, è indipendente dalla loro estensione.

L'ultimo punto è stato discusso, ma ecco che cosa dice il Roiti: «Non dipende dall'estensione della superficie di contatto purché questa non si riduca ad essere appuntata o tagliente. Così: un

parallelepipedo, soggetto alla sola forza di gravità, incontra la medesima resistenza a scorrere sopra un piano orizzontale, qualunque sia la faccia colla quale vi si appoggia».

S'intende, la legge è valida soltanto per l'attrito radente e, come si capisce, è approssimata. Si spiega pensando che i corpi vengono a contatto in un numero limitato di punti, che non dipendono dall'estensione delle superficie. Va ancora notato che nelle figure di Leonardo appaiono proprio dei parallelepipedi.

È tempo adesso di parlare di quella pagina (Codice Arundel, fol. 2 r.), in cui si parla del moto oscillatorio e dell'impeto: il guaio è che ce ne manca lo spazio! Il lettore la legga. È intitolata: *Del moto ventilante che senpre si consuma nel moto incidente*. Per Leonardo (i vocabolaristi non

se ne sono accorti) moto ventilante è il moto oscillatorio.

Il moto oscillatorio, egli dice, consiste in una conversione reciproca di moto riflesso in incidente, che dura sino a che l'impeto non si consumi. Benché nasca sempre dall'impeto, si genera in diversi modi e in diversi corpi (pendoli, bilance, barche nell'acqua, acqua nei vasi, vento riflesso tra le pareti dei muri). Il moto ventilante può essere retto, come nel caso del pendolo, e «circonvolubile», come nel caso del *yo-yo*.

Com'è naturale, la parola *yo-yo* non c'è nell'Arundel, ma c'è la descrizione e c'è la figura.

In una delle pagine del Codice Forster (I, fol. 4 r.) e più brevemente nel Codice Arundel (oltre che nel Codice Atlantico), Leonardo descrive il compasso di proporzione, o seste proporzionali, con cui si può ingrandire o ridurre un disegno,

oppure si può trasformare un cerchio in un'ellisse.

Si tratta di un compasso a polo (o fulcro) mobile, cioè, come spiega Leonardo, di due aste che possono fissarsi con una vite in diverse posizioni. Lungo le aste ci sono diversi fori ugualmente distanti dagli estremi, in cui si può trasportare la vite, fissandola mediante la madre vite.

Il compasso di proporzione di Leonardo, a quanto sembra, è il primo che sia stato ideato; almeno finora non risulta che ne siano stati costruiti altri precedentemente.

Leonardo, come si sa, è uno scrittore di cose militari. Da questo punto di vista sono particolarmente notevoli il Codice B e il Codice Atlantico, ma in tutti gli altri Codici e nei fogli sparsi si possono trovare notizie e disegni. Famose sono le alabarde dell'Accademia di Venezia e, più anco-

ra, le falciatrici di guerra del Palazzo Reale di Torino: eccone la riproduzione qui a lato.

Nei Codici Forster si parla molto di balestre, di cannoni e specialmente di bombarde. Leonardo ha capito che la bombarda in cui si accende, in pari tempo, maggior quantità di polvere, «piú veloce e remota fa la sua ballotta» (Codice Forster, II, fol. 70 *r.*) e che, a parità di peso, una palla sferica è meno veloce di una schiacciata come formaggio con gli orli arrotondati, «e questo accade (Ib., fol. 72 *r.*) perché in pari peso di ballotta a essere tonda essa percote piú aria e trova piú resistenza e, a essere stiacciata, essa entra ne l'aria per taglio e piú presto la penetra e piú presto si move per quella».

Non risulta che Leonardo abbia pensato al cannonissimo. Ebbe però l'idea di una bombarda colossale.

TUTTO LEONARDO*

Roberto Marcolongo, che è stato, fino al collocamento a riposo per limiti d'età, professore di meccanica razionale all'Università di Napoli ed è autore di ricerche originali e di un bel manuale di meccanica oltre che di uno dei più seri trattati sulla teoria della relatività, è molto apprezzato nel mondo scientifico, sia come scienziato e storico delle scienze, sia come maestro. Insieme al Burali-Forti egli ha il merito di avere largamente contribuito alla fortuna di quel poderoso strumento di ricerca che è il calcolo vettoriale, tanto che si può senza esagerazione affermare che tutti i

* Pubblicato in «Panorama», 27 gennaio 1940, p. 176 sg.

giovani scienziati siano oggi in Italia per qualche verso suoi allievi.

Alla meccanica di Leonardo il Marcolongo ha dedicato memorie fondamentali. Egli ha pure illustrato, anzi possiamo dire ha ricostruito le ricerche geometriche e ha studiato altri aspetti dell'attività scientifica leonardesca. Occorre aggiungere che il Marcolongo è uno dei membri più attivi e autorevoli della Reale Commissione Vinciana.

Il volumetto *Leonardo da Vinci artista-scienziato*, edito nella Collezione Hoepli (Milano, 1939, sedici figure e diciotto tavole fuori testo) è dedicato ai suoi figli. Nella fascetta si legge: «Tutto Leonardo nell'arte, nella scienza e nella vita del Rinascimento»; e infatti vi sono considerati tutti gli aspetti della grande personalità, dalla biografia

alla scienza, alla tecnica, alla pittura, alla prosa, alle vicende dei manoscritti.

Si tratta, come si capisce, di un compito che, piú che difficile, si potrebbe ritenere disperato. Del resto, l'Autore dichiara lealmente che il volume è «frutto di lunga se non esauriente preparazione» e qua e là nel corso del libro dice senz'altro che per alcuni argomenti si è valso o si è addirittura limitato a riassumere ricerche di altri vinciani.

Dato lo scopo propostosi, che è quello di presentare senza pretese Leonardo da Vinci al gran pubblico e non quello di rivelare un nuovo Leonardo, ci sembra che il Marcolongo abbia avuto sempre, o quasi sempre, la mano felice. Se mai, qualche volta e in particolare negli aspetti di Leonardo che gli sono meno familiari, ha detto molto meno di quello che si poteva dire o ha peccato di

troppo entusiasmo. Per esempio, pur riconoscendo le benemeritenze di Papini nei riguardi di Leonardo non si può ripetere col Marcolongo: «È sempre vero quanto stupendamente ha scritto G. Papini – fu profondo poeta e non ha scritto un verso». Questo giudizio non è stupendo e non è nemmeno interessante. Meno che mai si può accettare la frase del Tommaseo che al Marcolongo sembra scultorea: «Egli è il maggiore dei nati di donna; un Dante con la mente di Platone e con l'anima di Virgilio; un Raffaello con la struttura di Michelangelo e di Galileo». Secondo me è uno dei giudizi più rettorici e più vuoti della letteratura vinciana. I nomi non potevano essere scelti peggio. Se si volesse dare un senso a quelle parole, bisognerebbe riconoscere che, secondo il Tommaseo, Leonardo era un mostro.

Nelle pagine piú sue, per fortuna, il Marcolongo è lontanissimo da affermazioni generiche o assurde; e anche quando non si può consentire con lui bisogna rispettarlo. Allora il Marcolongo, pure avendo, com'è naturale, un vero culto per Leonardo, non confonde gli accenni con le dimostrazioni compiute e con gli svolgimenti, né le speculazioni curiose con le vere e proprie invenzioni. Così nel capitolo ottavo, che mi sembra il migliore benché forse sarà meno apprezzato dal pubblico (richiede un po' d'attenzione per essere compreso), il Marcolongo dice che Leonardo se fu meccanico, inventore, naturalista tra i piú eccelsi, non fu matematico. Egli non dissimula le numerose fonti a cui Leonardo attinge, e ammette che non è sempre nuovo o sempre esauriente.

A proposito del problema della riflessione su uno specchio sferico, il Marcolongo riconosce

esplicitamente che Leonardo, nonostante i numerosi tentativi, non riuscí a risolverlo per mancanza di preparazione matematica, benché la soluzione fosse stata trovata, sia pure barbaricamente, da Alhazen. Leonardo riuscí però a darne una soluzione meccanica per mezzo di un sistema di aste articolate ricostruito dal Marcolongo stesso.

Al cosí detto «cannocchiale di Leonardo», benché dica che le recenti dotte ricerche dell'Argentieri meritano la piú alta considerazione, si vede bene che il Marcolongo non ci crede perché si limita ad affermare che è assai probabile che Leonardo abbia pensato a un telescopio o cannocchiale. Non si potrebbe essere piú riservati perché, secondo il Marcolongo (e noi gli diamo ragione), non è nemmeno certo che Leonardo abbia pensato a un cannocchiale. L'occhiale da veder la luna grande, su cui Leonardo non dà parti-

colari, è presumibilmente una lente d'ingrandimento di grande lunghezza focale¹. Molto opportunamente il Marcolongo si astiene dall'insistere sulla superatissima tesi di Leonardo scopritore dei fenomeni d'interferenza e di diffrazione.

A proposito della deviazione dei gravi cadenti, a me pare che Leonardo consideri tolemaicamente la terra come fissa e ammetta che ruoti intorno alla terra la «sfera dell'aria». L'aria, essendo animata da questo suo moto di rotazione, trascina con sé il sasso lanciato dall'alto della torre, sicché esso «non percote nel lato d'essa torre prima che in terra». L'osservazione è senza dubbio interessante ma non consente di parlare di Leonardo come precursore di Vincenzo Renieri e tanto meno di pensare che egli abbia dato consa-

1[Su questo argomento vedi l'articolo seguente].

pevolmente una prova sperimentale della rotazione diurna della Terra intorno al proprio asse.

D'accordo col Marcolongo, credo che Leonardo abbia intuito il primo e il terzo principio della meccanica, anzi il codice Arundell ci dimostra che Leonardo ha enunciato il principio di Newton nella sua generalità. S'intende, non per questo si può parlare di Leonardo come di un supergalileo o di un supernewton. Anche nelle sue più ardite intuizioni egli rimase sempre un uomo del Rinascimento.

UN ERRORE D'INTERPRETAZIONE D'UNA PAGINA DI LEONARDO*

Il volume *Leonardo da Vinci*, pubblicato dall'Istituto Geografico De Agostini a cura della Mostra di Milano, vuol darci una nuova sintesi di Leonardo.

È un volume atlantico (centimetri 30 per 41 per 5; 6 chili), ricchissimo d'illustrazioni, duemila delle quali da fotografie dirette.

Il costo del volume (cinquecento lire) non è esagerato, ma non è evidentemente popolare.

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 28 febbraio 1940. Vedi anche *Il cannocchiale di Leonardo* nel «Tesoretto», Milano 1940, p. 101 sgg.; replica dell'Argentieri e risposta del Timpanaro ne «L'Ambrosiano», 15 marzo 1940.

Un'edizione minore, con pochissime riproduzioni essenziali in nero, sarebbe opportuna.

Il Maresciallo Badoglio osserva nella breve presentazione che la Mostra vinciana ha cercato di dare un Leonardo vivo e attuale. Ispirandosi allo stesso concetto, il Comitato esecutivo ha inteso bandire opportunamente dal volume le divagazioni estetiche o letterarie.

Che però, da questo punto di vista, il volume sia riuscito come voleva il Comitato, non direi. Di divagazioni non ne mancano sia nel testo sia nelle riproduzioni. Tante opere di scuola leonardesca non si capisce perché siano state riprodotte. E poi altro è la divagazione estetica, altro lo studio. Leonardo è essenzialmente artista ed è scrittore. Occorreva dunque studiarlo principalmente come artista. Invece quest'aspetto del suo genio è stato molto sacrificato. Vi si parla di Leonardo

musicista, filosofo, glottologo, decoratore, di Leonardo architetto, con un capitolo dedicato all'architettura a cupola, ma di Leonardo pittore si parla pochissimo e non di proposito. Giorgio Nicodemi, nel suo ampio saggio sulla vita e le opere di Leonardo, parla naturalmente anche del pittore; ma, in realtà, il saggio è, più che altro, di carattere biografico: un vero e proprio giudizio sul pittore non c'è. Il capitolo di Adolfo Venturi su Leonardo e il disegno è buono ma è troppo breve ed è assai meno importante delle prefazioni che lo stesso Venturi ha premesso all'edizione reale dei disegni di Leonardo.

La parte più importante del volume, o almeno la più utile per chi voglia studiare Leonardo, a me pare quella biografica e di erudizione.

Buona, e qualche volta ottima, è anche in generale la parte scientifica, per quanto non man-

chino, oltre che interferenze e lacune, infatuazioni ed errori.

Ottima è stata l'idea di ristampare integralmente il Codice sul volo.

Due capitoli, quello di Giovanni Gentile e quello di Fausto M. Bongioanni, sono di carattere filosofico. Dovrebbero essere, in un certo senso, il centro del volume, giacché invece di studiare, come fanno per necessità gli altri collaboratori, un aspetto della personalità di Leonardo, dovrebbero studiare l'essenza di quella personalità.

Buone osservazioni, s'intende, non ne mancano in tutt'e due i capitoli. Ma il Bongioanni si compiace troppo di paradossi e di giochi scolastici. Egli dice giustamente che nel Rinascimento italiano Leonardo ci sta proprio di casa, essendo congeniale alla sua stirpe, alla sua civiltà, al suo secolo. È pure vero che la contraddizione che al-

cuni vorrebbero porre tra Leonardo scienziato e Leonardo artista è apparente. Ma come si fa poi ad ammettere che Leonardo sia «tragico e immitte»; che egli vuol diventare così assolutamente «ragione» da diventar disumano, rompendo l'equilibrio «microcosmo-macrocosmo» con un «disegno d'incesto cosmico»? Come si fa a scrivere che il tono degli scritti leonardeschi «ha qualcosa di piú perentorio [dei suoi dipinti], di piú calzante, di piú sottile e piú enorme nella potenza evocativa»?

Il Gentile dice cose ottime sul Rinascimento ma, invece di parlare di Leonardo come uomo del Rinascimento, finisce, senz'accorgersene, col parlare dell'uomo del Rinascimento in genere, considerato come errore filosofico da superare. Leonardo sarebbe un uomo diviso tra due mondi inconciliabili. In lui ci sarebbe angoscia, intima

tragedia, disperata fatica. Il Gentile aggiunge che Leonardo è un implacabile tormentatore di sè stesso, la cui opera meravigliosa «lascia nell'animo un desiderio infinito, fatto quasi di rimpianto e di tristezza: il desiderio di un Leonardo diverso da quello che fu, che potesse raccogliersi a volta a volta e chiudersi o tutto nella sua fantasia, o tutto nella sua intelligenza; a gustare la gioia pura del creare divino».

Il Gentile si lascia sfuggire ciò che lui stesso aveva detto: che il «divino Leonardo» è «una delle espressioni più complete della personalità umana del Rinascimento». Leonardo sapeva raccogliersi a volta a volta nella sua fantasia e nella sua intelligenza: e per questo abbiamo i suoi dipinti, i suoi disegni, i suoi manoscritti. Ma sapeva raccogliersi come si poteva raccogliere un uomo del Rinascimento che, appunto perché, come al-

lora si diceva, uomo universale, non poteva essere solo pittore o architetto, ma pittore, scultore, architetto, ingegnere, geometra, fisico, botanico, geologo.

Di «novità sensazionali» il volume ne ha due e tutt'e due discutibili. Una è la Madonna del Gatto su cui non ci fermeremo perché nel nostro giornale se n'è a lungo parlato. I lettori sanno che il dipinto a olio su tavola, di proprietà di Carlo Nogali, in cui Adolfo Venturi volle identificare la Madonna del Gatto di Leonardo, suscitò tante contestazioni nel mondo artistico che fu ritirato dalla Mostra. Oggi pochi credono che il dipinto sia di Leonardo.

L'altra novità è il cannocchiale che il prof. Domenico Argentieri ha creduto di scoprire nel foglio 25 *recto* del Codice F, a cui finora nessuno aveva dato importanza.

La pagina di Leonardo è «indeterminata forte», per dirla con fra Pietro da Novellara, sicché si presta ottimamente a discussioni di lana caprina.

Leonardo parla di un occhiale di cristallo grosso dai lati un'oncia d'un'oncia, cioè $1/144$ di braccio, e sottile in mezzo, secondo la vista di chi lo deve adoperare, cioè secondo la proporzione degli occhiali che a lui stanno bene; dice che dev'essere lavorato sulla stessa stampa degli occhiali, dimodoché sia lungo tre once e largo due, cioè di forma rettangolare (un quadrato e mezzo). L'occhiale si deve adoperare remoto dall'occhio un terzo di braccio e altrettanto discosto dalla lettera che si legge. Nelle migliori condizioni la comune lettera di stampa parrà lettera di scatole da speciali. Questo occhiale, conclude Leonardo, è buono da tenere in iscrittoio ma, se si vuol tenere

per fuori, dev'essere piú piccolo (lungo $1/8$ di braccio e largo $1/12$).

È evidente che Leonardo parla di una lente di ingrandimento e precisamente di una lente da lettura. Del tubo, essenziale in un cannocchiale, egli non parla, quindi per nessuna ragione si può parlare di cannocchiale. Si può perfino sostenere che l'occhiale per fuori non sia una lente per guardare a distanza, ma la solita lente da lettura che è piú piccola per ragioni di comodità. Anche oggi noi teniamo sullo scrittoio una lente grande e ne portiamo nel taschino, per poter leggere fuori o al caffè, una molto piú piccola. Quest'interpretazione mi pare anzi molto attendibile perché se no Leonardo avrebbe detto a che distanza e con che risultato si poteva vedere. Non aggiungendo niente di nuovo salvo le dimensioni ridotte, è logico ammettere che egli si riferisca alla lente

da lettura e non, per esempio, a quello che l'Argentieri chiama cannocchiale senza oculare, cioè la lente convergente (lente, come dice Leonardo, da occhiali di cinquant'anni) tenuta lontana dall'occhio per guardare attraverso di essa cose lontane duecento braccia.

L'Argentieri ha interpretato la frase «occhiale per fuori» come sinonima di occhiale per guardar lontano (e sin qui non c'è niente di assurdo), ma poi si è talmente lasciato trasportare dall'entusiasmo da credere che Leonardo descriva in quella pagina il cannocchiale di Galileo o cannocchiale olandese.

La pagina leonardesca, come si vede, ha tre figure. Quella di sinistra rappresenta l'occhiale, le altre due sono estranee al testo. La figura a destra in basso è una figura astronomica, simile ad altre del Codice Arundel e del Codice Atlantico.

Quasi certamente i due cerchi che hanno il centro sul semicerchio esterno rappresentano il sole che manda i raggi alla terra.

L'Argentieri ritiene invece che la figura rappresenti una calotta metallica per lavorare le lenti. Quello che secondo noi è il sole sarebbe invece la lente che Leonardo avrebbe disegnato in due diverse posizioni per «dar movimento alla sua figura». Perché Leonardo avrebbe disegnato i raggi, l'Argentieri non lo dice, come non dice perché la lente ha il centro sulla calotta. Ridisegnando la figura, l'Argentieri ha messo giustamente la lente sulla calotta e non per metà dentro la calotta. Bisognerebbe ammettere che Leonardo abbia disegnato male. Non occorre dire che è pure del tutto inammissibile l'idea del movimento di va e vieni sulla superficie della calotta supposto dall'Argentieri.

A sinistra è rappresentata una lente rettangolare con montatura e con manico. Il lato piú lungo del rettangolo è, come dice Leonardo, una volta e mezzo l'altro.

Secondo l'Argentieri si tratterebbe invece di un tubo tozzo e corto; e secondo lui alle due estremità del tubo non si vedono sezioni di lenti perchè il formato ridotto del foglio (10 × 15 cm.) «vietava a Leonardo di scendere a tali particolari». Ma il preteso tubo sarebbe chiuso (si tratta infatti, come si vede, di due rettangoli concentrici) e lo spazio per le lenti c'è ad esuberanza. Non si può dunque consentire nemmeno su questo punto con l'Argentieri. Si deve aggiungere che l'Argentieri, per sostenere la tesi del cannocchiale, ha commesso ancora due arbitrii. Ha supposto che l'occhiale che Leonardo descrive come lente da lettura non potesse servire proprio per la

lettura. «Non si guarda – egli dice – un libro sul tavolo dello scrittoio con un cannocchiale!». È verissimo, ma ciò significa appunto che l'occhiale di Leonardo non è un cannocchiale.

L'altro arbitrio consiste nel fatto che l'Argentieri dà due significati diversi alla parola occhiale che, secondo lui, significherebbe ora una delle lenti del cannocchiale (la lente oculare divergente), ora il cannocchiale. Di questo vero e proprio giuoco di bussolotti sembra anzi che l'Argentieri non si sia nemmeno reso conto, perché altrimenti ne tenterebbe una giustificazione. Invece quando Leonardo dice che l'occhiale è grosso da' lati un'oncia d'un'oncia egli dice che Leonardo parla di una delle lenti del cannocchiale, quella divergente, che rappresenta la vera novità; quando Leonardo dà le misure della lente l'Argentieri le

attribuisce al tubo del cannocchiale che, come si è detto, non esiste nel testo di Leonardo.

Perché l'Argentieri ha pensato al cannocchiale? Perché la lente descritta da Leonardo potrebbe essere una lente divergente e allora non si potrebbero avere gli effetti descritti da Leonardo: la lente divergente impiccolisce.

In realtà è tutt'altro che evidente che Leonardo intenda parlare di quella che oggi si chiama lente semplice a orlo grosso. Occorre inoltre aggiungere che, nonostante le precise affermazioni dell'Argentieri, non è sempre vero che le lenti semplici a orlo grosso siano divergenti. Ci sono menischi concavi convergenti, come ci sono lenti biconvesse divergenti. Nei libri per le scuole medie, tenuti, a quanto sembra, presenti dall'Argentieri, non se ne parla perché si considerano lenti

infinitamente sottili, ma se ne parla in tutti i trattati universitari.

Leonardo potrebbe però parlare di una lente doppia, qualcosa di simile a quella che oggi diciamo della forma di Gauss, e allora tutto il ragionamento dell'Argentieri, anche nei riguardi della lente, non avrebbe ragione di essere, come non ha ragione di essere ciò che egli dice sulla calotta e sul tubo.

Ammettendo con l'Argentieri che Leonardo descriva una lente divergente, non per questo si può parlare del cannocchiale. Poiché la lente divergente che supporremo, per esempio, biconcava, non ingrandisce, si potrebbero fare due ipotesi: o Leonardo si è ingannato, o, non volendo ammettere, come fa l'Argentieri, che Leonardo possa sbagliare, si potrebbe supporre che la lente biconcava si dovesse associare con una lente bi-

convessa. Si avrebbero così lenti della forma di Dollond o di Barlow e non il cannocchiale galileiano.

Anche volendo ammettere, come in primo tempo ammise l'Argentieri prendendo alla lettera le parole di Leonardo, che la lente divergente abbia numericamente lo stesso potere degli occhiali, associata opportunamente agli occhiali in modo da costituire un obbiettivo a potere variabile poteva servire da lente da lettura e da «cannocchiale senza oculare».

Contro la tesi dell'Argentieri c'è anche un'obiezione pregiudiziale che è fatta da Pio Emanuelli in uno degli scritti del volume che stiamo esaminando. Se Leonardo avesse inventato il cannocchiale, ne avrebbe compreso immediatamente, come Galileo, l'importanza militare e astronomica e avrebbe fatto alcune almeno delle scoperte ga-

lileiane. Dire che l'ha inventato senza veder nulla, significa abbassare Leonardo da Vinci al livello dell'occhialaio olandese.

Ci si dirà che abbiamo preso troppo sul serio una tesi evidentemente sballata. Forse è vero. Ma l'Argentieri ha pure costruito ed esposto alla Mostra il suo, anzi i suoi cannocchiali; e la sua tesi è stata accolta nel volume leonardesco.

D'altra parte, se l'Argentieri ha avuto un infortunio, piú che naturale in un vinciano novizio (errori d'interpretazione se ne trovano anche nei vinciani piú famosi), non è detto che non possa far meglio in seguito. Basterà che freni il suo entusiasmo.

LEONARDO E GLI SPIRITI*

Uno degli aspetti meno studiati di Leonardo da Vinci è il suo atteggiamento davanti agli spiriti o spettri che si vogliano chiamare. Ed è dei piú nuovi e significativi, tanto che senza di esso e senza le idee connesse contro l'astrologia, l'alchimia e il moto perpetuo, egli non sarebbe cosí decisamente fuori del Medio Evo e, direi, dello stesso Rinascimento.

Per chiarire il valore della sua negazione degli spiriti è opportuno premettere due parole sulla religione di Leonardo, perché non mi pare che su questo punto si sia tutti d'accordo. Che Leonardo da Vinci sia stato in pratica, piú che indifferente,

* Pubblicato nel «Mondo», Firenze, 4 agosto 1945, p. 15.

ostile alla religione cattolica tutti lo sanno. Tutti ricordano quel giudizio sull'anima e la vita che sono cose improvvabili, e sanno che egli cercò di ridurre i fenomeni biologici a fenomeni meccanici. Uno dei suoi detti piú famosi è quello dei Quaderni di Anatomia, dove lascia la definizione dell'anima «nelle menti dei frati, padri de' popoli, li quali per ispirazione san tutti li segreti». A questo pensiero segue immediatamente la frase ironica: «Lascia star le lettere incoronate perché son somma verità». E alle lettere incoronate, cioè alla Bibbia egli si oppone, a proposito del diluvio e dei fossili, con una libertà tutta moderna. Verso l'aldilà e verso i dogmi egli è indifferente. Certe sue espressioni sarebbero piaciute a Spinoza. «O mirabile necessità, tu con somma ragione costringi tutti li effetti a partecipare delle lor cause, e con somma e irrevocabile legge ogni azione naturale

colla brevissima operazione a te obbedisce... O mirabile o stupenda necessità, tu costringi colla tua legge tutti li effetti per brevissima via a partecipare delle lor cause. Questi sono li miracoli». Questi, cioè i fenomeni della visione e i fenomeni fisici in generale, e non quelli soprannaturali. Poco prima aveva detto che certe meraviglie della natura non si spiegano e indirizzano l'umano discorso alla contemplazione divina, se non che il Dio a cui qui si accenna non è quello degli scolastici ma piuttosto la Natura di Bruno e di Spinoza.

Gerolamo Calvi ha osservato che Leonardo, accanto ai ragionamenti antispiritici, non lascia di affermare l'esistenza dell'anima e la sua immortalità. Leonardo dunque, se ho ben capito, seguirebbe la dottrina della doppia verità, così diffusa nel Rinascimento. In appoggio alla sua tesi il Calvi cita questo passo del Codice Trivulzio: «L'ani-

ma mai si può corrompere alla corruzione del corpo, ma fa nel corpo, a similitudine del vento, ch'è causa del sono dell'organo, che guastandosi una cana non resultava per quella del vento buono effetto». La citazione non è persuasiva, perché a parte il fatto che Leonardo non si pronunzia sulla natura dell'anima, qui è ammessa un'anima che non si può corrompere se si corrompe il corpo, ma è detto esplicitamente che, senza il corpo, l'anima non agisce e quindi da sola, se vogliamo, esiste ma come astrazione. Del resto, nel Codice Atlantico è detto che, senza gl'istrumenti organici del corpo, l'anima «nulla può oprare né sentire». Non meno importante è questo pensiero dei Fogli B dell'Anatomia: «Come il senso dà all'anima e non l'anima al senso, e dove manca il senso, ufficiale dell'anima, all'anima manca in questa vita la notizia dell'ufizio d'esso senso, come appare nel

muto o nell'orbo nato». Qui Leonardo dice addirittura che in questa vita il senso dà all'anima e non l'anima al senso. Per lui dunque il senso senza l'anima è qualcosa, ma l'anima senza il senso è nulla o almeno nulla di effettuale, nulla di operante. La riserva «in questa vita» non dico che vada senz'altro considerata come un puro suono ma è tutt'al più l'ombra del pensiero vinciano. Forse è soltanto una concessione *ad hominem*, come per dire: Per chi ammette un altro mondo, lo so, l'anima può vivere e agire senza il corpo, che sarebbe un impedimento invece che un mezzo di cui non si può fare a meno: ma in questo mondo, che è il solo su cui si può ragionare, l'anima tende a ricongiungersi col suo tutto, cioè col corpo, perché senza di esso è una vuota possibilità. Occorre aggiungere che implicitamente Leonardo nega che l'anima sia immateriale, perché se no,

per la ragione che vedremo a proposito degli spiriti, non potrebbe risiedere nella cavità cranica, come crede Leonardo. «L'anima – egli dice – pare risiedere nella parte giudiziale, e la parte giudiziale pare essere nel loco dove concorrono tutti i sensi il quale è detto senso comune; e non è tutta per tutto il corpo come molti hanno creduto, anzi tutta in nella parte». Del resto, Leonardo ammette che l'anima possa essere senza ordine e confusa e allora sarà pure disunito e confuso il corpo. Così l'anima sarebbe distinta dal corpo ma avrebbe le stesse imperfezioni del corpo.

Gli spiriti, secondo Leonardo, non possono né esser visti né vedere, non possono parlare, non possono entrare in una stanza se le imposte son chiuse; supposto che potessero venire da noi non potrebbero restarci o verrebbero distrutti. «O matematici – si legge nel Codice Atlantico – fate

luce a tale errore. – Lo spirito non ha voce, perché dov'è voce è corpo, e do' è corpo è occupazion di loco, il quale impedisce all'occhio di vedere delle cose poste dopo tale loco; adunque tal corpo empie di sé tutta la circostante aria, cioè colle sua spezie». Questo discorso sembra imbrogliato ma è chiaro. Leonardo voleva dire che lo spirito non può avere voce perché, secondo lui, non si può aver voce se non ci sono le corde vocali e la bocca se cioè non c'è il corpo. Ma appena detta la parola corpo, ha pensato a un corpo opaco come il nostro e perciò ha concluso che esso farebbe da schermo. Infine, richiamandosi all'antica teoria delle immagini, o specie, sostenuta anche da Lucrezio, ha aggiunto che il corpo, con la specie che emette, riempie l'aria circostante.

Alla teoria della specie Leonardo ricorre pure per dimostrare che, come noi non vediamo in campagna, cioè all'aria aperta, uno spirito, così lo spirito non può veder noi. Un oggetto che non emetta specie non può esser visto e gli spiriti non possono emettere specie, essendo immateriali. Leonardo pensa certamente che, se mai, potrebbero emettere specie immateriali e quindi invisibili. D'altra parte un essere spirituale non può vedere, perché per vedere è necessario uno strumento denso e opaco, e lo spirito non può essere, senza contraddizione, denso e opaco. Più precisamente – aggiunge Leonardo – una cosa non può esser vista senza un foro (come quello della pupilla) attraverso il quale passi l'aria piena della specie degli oggetti. «E per questo nessuna cosa che non ha corpo non può vedere né figure né colore di nessuno obbietto, con ciò sia che gli

è necessario che sia strumento denso e opaco per lo spiraculo del quale le spezie delli obietti impremino (*cioè imprimano, proiettino*) li colori e le figure loro».

Sulla voce e le altre cose di cui stiamo parlando il Vinci aveva detto nel Codice B:

«Non pò esser voce dove non è movimento e percussione d'aria; non pò essere percussione d'essa aria dove non è strumento; non po' essere strumento incorporeo; essendo così, uno spirito non pò avere né voce né forma né forza e se piglierà corpo non potrà penetrare né entrare dove li uscì sono serati». Né lo spirito potrebbe farsi dei corpi di varie forme e quindi parlare e far forza, perché, secondo Leonardo, gl'immaginati spiriti, non avendo né nervi né ossa, non posson far nulla di simile. «E se alcuno dicessi: Per aria congregata e ristretta insieme, lo spirito piglia i corpi

di varie forme e per quello strumento parla e move con forza, a questa parte dico che dove non è nervi e ossa non può essere forza operata i' nessuno movimento fatto dagli'imaginati spiriti». Fuggi – conclude – i precetti di quegli speculatori che si fondano su ragioni non confermate dall'esperienza. «Fuggi e' precieti di quelli speculatori che le loro ragioni non sono confermate dalla ispe-
rienza».

Sull'impossibilità che ha lo spirito di unirsi con la materia e farsi un corpo, Leonardo torna a lungo nei Fogli B dell'Anatomia (folio 31). Lo spirito non può stare negli elementi perché se ammettiamo che esso sia incorporeo (Leonardo dice quantità incorporee, mostrando così che per lui è inconcepibile uno spirito che non occupi spazio), e questa tal quantità è detta vacuo, e il vacuo non si dà in natura, e dato che si dessi, subito

sarebbe riempito dalla ruina di quello elemento nel qual tal vacuo si generassi». Riferendosi adesso alla sua teoria della gravità come essenzialmente relativa, cioè come dovuta a differenza di peso specifico, Leonardo sostiene che lo spirito, il quale, secondo il suo modo di vedere, sarebbe nelle condizioni di una bolla d'aria nell'acqua, dovrebbe continuamente fuggire verso il cielo e uscire del tutto dagli elementi. Lo spirito non potrebbe nemmeno pigliar corpo d'aria perché se rimanesse tutto riunito in se stesso, ricadremmo nell'inconveniente della bolla d'aria, e se si mescolasse intimamente con l'aria ne seguirebbero tre inconvenienti. In questo caso, come si capisce, esso renderebbe più leggera o, come dice Leonardo, levificherebbe l'aria con cui si mescola e allora l'aria così levificata non potrebbe restare nell'aria più densa e volerebbe in

alto; inoltre lo spirito così sparso e disunito perderebbe la sua virtù; terzo inconveniente, questo corpo d'aria preso dallo spirito sarebbe sottoposto alla penetrazione dei venti e così lo spirito «sarebbe ismembrato o vero sbranato e rotto insieme collo sbranamento dell'aria nella qual s'infuse».

Come il lettore avrà notato, il fulcro di tutti questi ragionamenti è l'esperienza scientifica; e occorre non dimenticarlo se non si vuole fraintendere. Prendendo alla lettera certe espressioni di Leonardo si potrebbe pensare che egli abbia un concetto troppo restrittivo della scienza. Per esempio, quando dice che non ci può esser voce senza corde vocali e senza bocca, implicitamente sembra che egli neghi il grammofono o meglio che egli non l'abbia previsto. Ma, a parte il grammofono che è stato previsto solo da Edison, il

suo vero concetto è piú profondo. Leonardo da Vinci nega non il progresso scientifico con tutte le sue imprevedibili possibilità ma l'antiscienza e la superscienza, che per lui sono la stessa cosa. In questo (e in tante altre cose) egli è moderno come noi.

GALILEO E COPERNICO*

Il sistema copernicano è una delle creazioni più originali che presenti la storia della scienza. Pure ammettendo che Copernico abbia potuto avere qualche spunto da Celio Calcagnini e dal Cusano e abbia trovato idee e conferme in Filolao, in Eracleide Pontico, in Aristarco, è certo che il sistema eliocentrico che porta il suo nome è tutto suo.

S'intende, Copernico non crea dal nulla né lo pretende. Egli è un uomo del Rinascimento e ha già il concetto della verità figlia del tempo che sarà poi approfondito da Giordano Bruno. Nella prefazione alla sua opera, dopo aver detto che noi possiamo indagare più ampiamente degli antichi

* Pubblicato in «Sapere», 31 ottobre 1943, p. 371 sgg.

il sistema del mondo, giacché abbiamo aiuti tanto più grandi quanto è maggiore l'intervallo di tempo di cui essi ci hanno preceduto, conclude: «lo esporrò molte cose in modo diverso dagli autori precedenti, grazie però ad essi: poiché essi furono i primi ad aprire la via allo studio di questi fenomeni». La novità di Copernico è nella sintesi che egli riuscì a realizzare tra la geometria di Tolomeo e la fisica del Rinascimento. Si sa che dell'Almagesto era studiosissimo e ammiratore; e non ci vuole molto a persuadersi che il libro delle Rivoluzioni celesti, più che la negazione assoluta, è la riforma dell'Almagesto dal punto di vista della meccanica e della concezione della scienza che nel tempo che Copernico passò in Italia aveva come massimo rappresentante Leonardo da Vinci. Copernico ha in comune con Leonardo l'idea che la natura va studiata direttamente, senza

pregiudiziali aristoteliche e teologiche. Per lui i ragionamenti a priori non hanno più il valore che avevano per l'Aristotele: sono utili alla ricerca ma non ne sono il fondamento. Né la Bibbia può costituire un'obiezione. Chi volesse contrapporre la Bibbia alla scienza commetterebbe, secondo lui, un arbitrio religioso oltre che scientifico. L'astronomia è per gli astronomi e non per i profani. Perché non ci siano equivoci Copernico cita Lattanzio che rideva della rotondità della Terra e degli antipodi. Purtroppo l'ammonimento non fu compreso né dai protestanti né dai cattolici, che si trovarono cordialmente uniti contro l'idea copernicana.

Si sa che nel sistema tolemaico le distanze tra i pianeti e il Sole non sono determinate. Se si determinano opportunamente queste distanze si passa dal sistema di Tolomeo a quello di Ticho

Brahe, vale a dire la Terra rimane ferma al centro, il Sole continua a girare intorno alla Terra ma gli altri pianeti girano intorno al Sole. Se si fa un altro passo avanti, dando alla Terra la rotazione diurna e rendendo le stelle solidali col Sole, si passa al sistema di Niccolò Reymers detto Ur-sus. Copernico vide queste possibilità ma le scartò senza esitazione. Per lui quei sistemi erano anacronistici, perché non si trattava di salvare astrattamente i fenomeni ma di interpretarli. L'unico sistema possibile era il suo. Il suo sistema era quello vero, quello di Dio.

Si capisce perciò che per lui non potevano avere importanza né le apparenze e gli argomenti di Aristotele e di Tolomeo che le convalidavano né le pregiudiziali teologiche. La sua gloria è qui. Ma – è stato detto (che cosa non dicono gli uomini mediocri contro i geni?) – Copernico aveva fatto

un'ipotesi che poi è divenuta possibile, ma non ha dato la dimostrazione apodittica del sistema eliocentrico. Allora la sua teoria era tutt'al più probabile (Bellarmino e tutto il Sant'Uffizio, dopo il *Sidereus Nuncius* e la Lettera a Cristina di Lorena, esclusero che potesse essere probabile e la dichiararono assurda oltre che eretica). Presentandola come vera, Copernico commetteva un arbitrio inqualificabile. (Appunto così fu detto da padre Secchi, che non era solo un teologo, il contegno di Galileo). «Il pazzo – disse graziosamente Lutero – vuol sovvertire tutta l'arte astronomica».

Ebbene, se per dimostrazione s'intende un procedimento che costringa ad accettare una verità scientifica a chi non se ne intende e non vuol saperne è evidente che Copernico non diede né poteva dare la dimostrazione del suo sistema. La

dimostrazione è un processo spirituale: richiede preparazione e buona volontà. Per Copernico, come poi per Galileo e per Keplero, la dimostrazione era del tutto convincente. Copernico aveva spiegato i moti dei pianeti e della Luna meglio di Tolomeo e in maniera più naturale, tanto che lo stesso Ticone riconobbe che la teoria tolemaica era morta; aveva eliminato l'enorme inconveniente della mobilità del cielo stellato; aveva compreso che l'assenza di parallasse delle stelle era dovuta alla loro lontananza; aveva rimosso le obiezioni più grossolane e intravisto la nuova meccanica; aveva guardato il mondo da fisico e non da matematico, non da peripatetico, non da teologo. La teoria di Tolomeo era stata soddisfacente al principio dell'era volgare ma nel Cinquecento non presentava più interesse. Le nuove osservazioni, la critica a cui era stata sottoposta l'avevano cor-

rosa. Per salvare i nuovi fatti che si erano scoperti si era dovuta complicare sempre più, – e si capiva che questo processo di elefantiasi non solo non sarebbe mai finito ma sarebbe diventato più mostruoso. E poi la teoria era, in un certo senso, o pareva, immortale perché di ogni nuova anomalia si poteva render conto con nuovi epicicli, ma era essa stessa un'anomalia inesplicabile. Il suo mortale difetto, che non poteva sfuggire a un grande scienziato del Rinascimento, era il suo carattere gratuito e artificioso. Certo, essa doveva avere un motivo di vero, visto che aveva spiegato un gruppo di fenomeni, ma Copernico intuiva che una teoria fisica era tutt'altro. La teoria tolemaica era equivalente alla vera, dal lato cinematico e limitandosi a un certo ordine di approssimazione, ma non era la vera, e Copernico cercava unicamente la verità. Chi si ostina a vedere

nell'astronomo di Thorn solo un matematico che riuscí a costruire un sistema equivalente a quello di Tolomeo ma piú semplice, se ne lascia sfuggire il carattere. Copernico inizia l'astronomia moderna perché non vuole salvare i fenomeni ma vuole spiegarli e riesce genialmente a darne la prima spiegazione. Pur non avendo ancora la meccanica che gli occorre, ne intravede i primi lineamenti e ne pone chiaramente l'esigenza. La facilità con cui la teoria copernicana si lascia inquadrare nella meccanica galileiana non è dovuta al caso ma al suo carattere. Contrariamente a quello che potrebbe sembrare, perfino i residui aristotelico-tolemaici che rimangono in Copernico ne rivelano il senso fisico nel senso piú moderno. Copernico non ha a sua disposizione le osservazioni di Ticho Brahe e tanto meno le ellissi di Keplero ed è naturale che conservi i movimenti cir-

colari; avendo conservato le orbite circolari, spiega alcune anomalie con gli epicicli. In questo egli rimaneva ancora tolemaico; e così doveva fare perché il compito delle teorie è quello di sistemare coi mezzi che si possiedono una certa fase dell'esperienza. Nella teoria copernicana la matematica, la fisica e l'esperienza sono tutt'uno. Egli ha il merito, che non sarà mai abbastanza lodato in un teorico, di aver sempre riconosciuto lealmente i fatti senza torcerli in nessun modo alle sue idee; com'è noto, egli accettò perfino certe irregolarità immaginarie. A chi la giudica storicamente la sua costruzione appare armonica come un'opera d'arte. La sua teoria delle stazioni e retrogradazioni dei pianeti è un capolavoro di eleganza e basterebbe da sola alla sua immortalità.

Il sistema ticonico è un gran passo indietro dopo Copernico ed è (bisogna riconoscerlo) il punto

debole dell'opera di Ticho Brahe. Da questo punto di vista Ticho rimane ancora un medievale. (In realtà, nell'opera di Ticho c'è qualcosa di peggio del sistema del mondo: c'è il suo ostinato amore per l'astrologia; ma qui siamo fuori della scienza). Perché Ticone fece quell'ibrido sistema che porta il suo nome? Per la vanità di esser l'autore di un sistema, no: Ticho Brahe può esser trattato severamente ma non denigrato. La sua deficienza di senso fisico (dico senso teorico perché il suo spirito di osservazione è ammirevole) c'entra certamente. Ma la vera ragione è la sua timidezza religiosa.

Il celebre danese era convinto che la Bibbia facesse testo anche in materia di astronomia e perciò si credeva in dovere di adattare la scienza alla Bibbia. Senza questa pregiudiziale egli avreb-

be aderito con entusiasmo alla teoria copernicana.

Le ragioni con cui cercò di giustificare la sua teoria hanno dunque per noi questo vizio d'origine. Ma appunto per questo suo carattere, la teoria di Ticho Brahe ebbe successo nel campo dei teologi e dei peripatetici, e Galileo dovette combatterla. Che sia stata viva nel mondo scientifico non oserei affermarlo, e meno che mai ripeterei con un astronomo illustre che verso il 1600 il sistema copernicano si potesse considerare «presso che spento» e che perciò Galileo e Keplero l'abbiano dovuto richiamare in vita.

Il sistema copernicano non è mai morto, anzi, come tutti gli organismi vivi e vitali, esso si è andato sviluppando e potenziando. Al suo trionfo contribuì, senza volerlo, lo stesso Brahe sia con le osservazioni su Marte che prepararono le leggi

di Keplero, sia con le prove che diede contro l'incorruttibilità dei cieli e contro l'esistenza delle sfere materiali a cui si credevano attaccati gli astri.

Certo, il compito che restava da svolgere per far trionfare il sistema copernicano dopo Ticone era grave giacché occorreva debellare i teologi e i peripatetici. Galileo ha il merito di aver contribuito in modo essenziale a questa grande vittoria. Con le sue clamorose scoperte, coi suoi scritti così rivoluzionari, col suo lungo martirio egli diede alla questione copernicana il carattere di guerra d'indipendenza spirituale. Sul terreno scientifico Galileo attuò le esigenze poste da Copernico.

I teologi credevano di poter liquidare la teoria copernicana limitandosi a ripetere con Lutero che, secondo la Bibbia, Giosuè comandò al Sole e non alla Terra di fermarsi. Le ragioni di Coperni-

co non potevano aver valore perché erano in disaccordo con la Bibbia. D'accordo coi peripatetici, essi tendevano a considerare l'esperienza come priva di vera razionalità e, quando si degnavano di prendere sul serio Copernico, credevano di potersene sbrigare con sillogismi sgangherati. «Quando un circolo ruota – diceva Melantone – il centro rimane fermo. Ma la Terra è il centro del mondo. Dunque rimane ferma». In termini ugualmente inconsistenti ma più perentori si esprimeva Maffeo Barberini contro Galileo: «Non c'è dubbio: Dio poteva disporre gli astri in modo diverso da come pretende Copernico. Se lo neghi devi dimostrare che ciò implica contraddizione. E allora perché asservire al sistema copernicano la divina potenza e sapienza?». Impietrito in questo atteggiamento non volle mai ammettere che ci potessero essere prove in contrario. Si trattava, come

ben vide Galileo, di mentalità immobili e imper-suasibili. Qualunque prova sarebbe stata inefficace. Copernico e Galileo erano chiari ma per capirli bisognava conquistare il loro punto di vista. Quelli che ancora distinguono tra prove decisive e prove congetturali sono male informati. I teologi e i peripatetici non opponevano ragioni a ragioni ma il testo di Aristotele, il testo biblico alle ragioni e alle esperienze. Chi avesse ancora qualche dubbio potrebbe consultare il volumetto del P. Filippo Anfossi, maestro del S. Palazzo, pubblicato anonimo a Roma nel 1822. L'Anfossi dice che le leggi di Keplero, l'attrazione newtoniana, la deviazione verso Est dei gravi cadenti liberamente «son cose che non meritano la menoma attenzione a fronte di tante, e così chiare espressioni delle Scritture, che asseriscono costantemente il moto del Sole, e l'immobilità della Terra, senza

asserir mai il contrario una sola volta». Più oltre, all'obiezione che le tre «cose» ora citate e l'aberrazione delle stelle e la loro parallasse annua «somministrarono altrettante luminose prove per la verità del controverso sistema», risponde: «Lo Spirito Santo sapeva o no tutte queste posteriori scoperte? Se le sapeva, perché gli uomini santi ispirati da lui ci han detto ottanta e più volte, che il Sole si muove senza dirci una sola che è immobile e fermo?... Bisogna rinunciare al senso comune, e a quanto ha di più inviolabile e sacro la Religione per secondar le idee de' moderni filosofi e astronomi, che invece di adattare alla divina scrittura le loro speculazioni, come hanno fatto Ticone Brahe e il Boscovich, vogliono far servire la divina Scrittura alle loro idee». Sono assurdità ma hanno almeno il vantaggio della grande chiarezza. La Bibbia prima di tutto e sopra tutto.

Ciò che non è d'accordo con la Bibbia è errore, ipotesi gratuita. L'Anfossi non si sarebbe dato per vinto nemmeno davanti all'esperienza di Foucault. Avrebbe opposto il detto in contrario dello Spirito Santo e, se si fosse degnato di scendere in terra, avrebbe detto che lo spostamento del piano d'oscillazione del pendolo è reale e non apparente.

Galileo rimosse anche queste pregiudiziali teologiche e da un punto di vista così ortodosso che ha diritto alla gratitudine incondizionata della Chiesa. Purtroppo sebbene in pratica il suo punto di vista in materia di esegesi sia stato praticamente accettato dalla Chiesa ci sono ancora cattolici (dei protestanti non so nulla) che conservano verso il loro grande correligionario uno strano rancore. Galileo offrì l'unico compromesso possibile. Due verità – egli diceva – non possono con-

trariarsi. La teoria copernicana è vera e quindi non le si può contrapporre la Scrittura. Poiché il testo biblico è, in questo e in altri casi, in contraddizione con la scienza vuol dire che non è un testo scientifico. Visto che se ne presenta l'occasione, dirò che, anche in questo, come in astronomia, Galileo è in profondo accordo con Copernico, e perciò il tentativo che qualcuno ha fatto di esaltare Copernico denigrando Galileo è un non senso.

Se si volesse esporre tutto ciò che nel campo scientifico fece Galileo in favore della teoria copernicana occorrerebbe esaminarne tutta l'opera. La verità copernicana è il centro, il motivo costante, il punto d'unione, il vertice di tutta la sua attività di astronomo, di fisico, di pensatore.

Con le scoperte celesti Galileo dimostrò che la fisica aristotelica, seguita da Tolomeo, non aveva

consistenza e che Copernico aveva ragione. Il mondo era assai piú vasto di come credevano Aristotele e Tolomeo. Le stelle erano incomparabilmente piú lontane e piú numerose e alle piú grandi e piú varie distanze le une dalle altre. Tra cielo e terra non c'era diversità di natura e nulla poteva giustificare il posto privilegiato che Aristotele, Ticho e i teologi davano alla Terra. Le quattro lune che egli per primo aveva scoperto intorno a Giove, le fasi di Venere, i movimenti delle macchie solari erano tutte prove, una piú chiara dell'altra, in favore di Copernico; e ogni prova metteva meglio in luce la magnanima chiarovegenza dell'astronomo polacco. In questo e in altre cose Galileo era d'accordo con Bruno e contro la stolta moltitudine che reclama le prove palpabili negando la ragione e l'esperienza. In realtà

le prove piú palpabili Galileo le aveva date creando il nuovo metodo e la nuova meccanica.

I *Dialoghi delle Nuove Scienze* non sono meno copernicani del *Dialogo dei Massimi Sistemi*. I teologi non li condannarono perché non li avevano capiti.

Ma – si potrà ancora obiettare – un grande astronomo, che è un grande storico della scienza, G. V. Schiaparelli non è dello stesso parere. Nella sua lettera a padre Adolfo Müller in data 10 giugno 1909, lo Schiaparelli dice testualmente così: «Galileo dunque nel 1615 non aveva dato la dimostrazione del sistema eliocentrico piú che Copernico e Keplero; ma egli aveva fatto qualcosa piú di loro, aveva dimostrato *false* le teorie tolemaiche dei cinque pianeti e aveva dimostrato che tutti i pianeti hanno il Sole per centro dei loro movimenti. Arrivato a questo punto egli credette

di aver dimostrato la verità dell'ipotesi di Copernico; troppo presto disse: *Tertium non datur!* Qui fu tutto il suo errore: errore molto perdonabile se ben consideriamo ogni cosa. Poco informato dei lavori altrui, pare egli ignorasse l'idea di Ticone. Egli parla dappertutto dei *due massimi sistemi*, e non mi ricordo di aver trovato mai alcuna menzione di un terzo massimo sistema la cui adozione era in quel tempo la più opportuna, come quella che avrebbe conciliato in modo per tutti soddisfacente il rispetto a ciò che allora si credeva la sola legittima interpretazione del testo biblico con ciò che si poteva considerare legittima conseguenza delle osservazioni degli astronomi e di Galileo medesimo».

Occorre premettere che la lettera dello Schiaparelli non era destinata alla pubblicità. È scritta

a memoria senza un grande impegno, e non corrisponde bene al pensiero dell'Autore.

Egli infatti, in una nota allo scritto sui precursori di Copernico nell'antichità, dopo aver notato l'equivalenza tra i sistemi di Tolomeo, di Copernico e di Ticone, aggiunge: «Lo stesso Keplero, colle sue ellissi, non avrebbe potuto togliere la possibilità di sostenere l'immobilità della Terra. Solo Galileo e Newton poterono distruggerla, partendo da princípi fisici piú certi di quelli che fino allora avevano dominato nelle scuole». Qui è detto, come si è visto, che Galileo e Newton distrussero, con la loro nuova meccanica, l'ipotesi dell'immobilità della Terra. Distrussero dunque Ticone, alla cui teoria, se si toglie l'immobilità della Terra, non resta piú nulla.

Galileo considera solo i sistemi di Copernico e di Tolomeo «interi e con sommo artificio condotti

al fine», e dice che quello ticonico è una promessa non eseguita, ma nella lettera a Francesco Ingoli, nei *Massimi Sistemi* e altrove prende in seria considerazione gli argomenti di Ticho Brahe e li distrugge radicalmente.

Del resto, tutte le lettere copernicane si possono considerare una critica a Ticone; anzi, come abbiamo già detto, tutta l'opera di Galileo.

Galileo distrugge la pregiudiziale biblica e dimostra che la Terra non può essere considerata come un'eccezione nel sistema solare; e così la base del così detto sistema ticonico cade.

Gli altri argomenti di Ticho si fondano sull'ignoranza del principio classico di relatività, e non possono evidentemente aver valore per Galileo.

Quanto al moto di declinazione intorno al centro che Copernico attribuisce alla Terra e che sembrava molto improbabile perché di verso con-

trario al moto diurno, a quello lungo l'eclittica e a tutti gli altri movimenti celesti allora conosciuti, Galileo risponde con la graziosa esperienza della palla ruotante in un vaso pieno d'acqua, descritta piú ampiamente nel *Saggiatore*. Stendendo il braccio e girando sopra i nostri piedi – egli dice – vediamo la palla girare in senso contrario e finire la sua conversione nello stesso tempo che noi finiamo la nostra; ma questo non è un moto ma una quiete, «perch'è ben vero che a quello che tiene il vaso apparisce muoversi, e rispetto a sé e rispetto al vaso e girare in sé stessa la palla posta in acqua; ma la medesima palla, paragonata colle mura della stanza e colle cose esterne, non gira altrimenti né muta inclinazione, ma qualunque suo punto che da principio riguarda verso un termine esterno segnato nel muro o in altro luogo piú lontano sempre riguarda verso lo stesso». Si

tratta, in altri termini, di un'illusione dovuta a inerzia.

Prima di chiarire il suo pensiero con l'esperienza ora ricordata, Galileo aveva premesso che l'accidente del terzo moto era conforme alla natura, e non senza ragione. Perché in realtà tutto avviene come se il terzo moto esistesse. Col terzo moto Copernico non fece altro che correggere il pregiudizio allora corrente sul moto di rivoluzione della Terra. Si credeva allora aristotelicamente che la Terra non potesse girare intorno al Sole che mostrandogli sempre la stessa faccia, come se fosse fissata a una sfera rigida che fosse concentrica col Sole. All'obiezione che, supposto il moto della Terra intorno al proprio asse, una pietra che cadesse verticalmente dall'alto di una torre dovrebbe cadere molto più a Ovest dal piede della torre, Galileo risponde per bocca di Salviati:

«Rispetto alla Terra, alla torre e a noi, che tutti di conserva ci muoviamo col moto diurno insieme con la pietra, il moto diurno è come se non fusse, resta insensibile, resta impercettibile, è senza azione alcuna, e solo ci resta osservabile quel moto del quale noi manchiamo, che è il venire a basso lambendo la torre». Risposte analoghe sono date alle obiezioni relative alla diversa gittata che dovrebbero avere i tiri d'artiglieria al variare dell'orientamento del cannone. In altri termini, Galileo applica il principio classico di relatività. Se qualcuno osservasse che il principio di relatività non vale per i moti vari, direi che Galileo lo sapeva, anche se può sembrare che se ne dimentichi. Infatti quando dice che i fenomeni che avvengono sotto coperta di un gran naviglio fermo non cambiano se la nave si muove con la velocità che si vuole, non manca di avvertire che il moto

dev'essere uniforme e non fluttuante qua e là. E sebbene si sia limitato ad abbattere le obiezioni dei geocentristi, ha per lo meno intravisto la deviazione dei gravi verso Est che doveva essere trovata sperimentalmente da Giambattista Guglielmini. Mi riferisco a quel ragionamento che fa Salviati nella seconda giornata del *Dialogo dei Massimi Sistemi* quando parla della palla che mentre si tratteneva nel «concavo della Luna», ossia nella regione del cielo della Luna rivolta a noi, era animata, insieme con l'atmosfera, dal moto diurno della Terra. Egli dice che la palla continuerà ad andare in volta nello scendere e per conseguenza piuttosto che secondare il moto della Terra «dovrebbe prevenirlo, essendoché nell'avvicinarsi alla Terra il moto in giro ha da essere fatto continuamente per cerchi minori: talché, mantenendosi nella palla quella medesima

velocità che ell'aveva nel concavo, dovrebbe anticipare, come ho detto, la vertigine della Terra». Galileo sa che il centro di una palla che nelle regioni piú elevate dell'atmosfera abbia «il moto circolare delle ventiquattr'ore» ha pure una velocità piú grande dei punti piú bassi e quindi deve toccare il suolo piú a oriente del piede della verticale.

È vero che egli non si è tuttavia reso conto che ogni corpo che cade da grande altezza deve prender parte alla rotazione terrestre. Se avesse approfondito questa circostanza poteva precorrere le esperienze di Guglielmini e persuadersi che i proiettili lanciati in direzione orizzontale devono deviare secondo il moto apparente del Sole. Ticho Brahe trovava pure assurdo che tra Saturno e le stelle ci potesse essere un cosí immenso spazio vuoto; ma, a parte che l'affermazione era

arbitraria perché in quello spazio ci sono almeno Urano, Nettuno, Plutone, i loro satelliti, comete, è evidente che in ogni caso Galileo, discepolo dell'esperienza, non poteva non accettare la realtà. Più interessante è l'obiezione della parallasse. Come avevano capito anche gli antichi, se la Terra si muoveva intorno al Sole la retta che congiunge il nostro occhio con la stella fissa deve variare continuamente di direzione durante l'anno, sicché noi dobbiamo proiettare la stella in punti via via diversi del cielo. Per questa ragione la stella sembrerà descrivere un'ellisse, che non è altro che l'immagine dell'orbita terrestre.

Naturalmente quest'ellisse sarà tanto più piccola quanto la stella è più lontana e quindi se le nostre misure non sono molto precise potremo credere che la stella non abbia parallasse.

Ticho Brahe riteneva che le stelle fossero più vicine di quanto sono realmente e non trovando parallasse dubitava di Copernico.

A ogni modo – egli diceva – se la parallasse è così piccola da essere insensibile ciò significa che l'orbita della Terra vista dalla stella dev'essere pure insensibile. Il male è che noi vediamo le stelle e che il loro diametro è notevole (secondo lui poteva arrivare a tre primi); dovremmo dunque concludere che le stelle abbiano diametri superiori, anche enormemente, all'orbita terrestre: e ciò è inammissibile. Che ci potessero essere stelle con diametri così grandi, per Galileo non era assurdo perché egli sapeva che le stelle sono incommensurabilmente più lontane di come le credeva Ticone.

La risposta che diede Galileo è definitiva e ne fa rifulgere la superiorità da ogni punto di vista.

Il nostro scienziato vide che Ticone e quelli che la pensavano come lui s'ingannavano sommamente nel prendere il diametro delle stelle fisse. L'errore era di non tener conto dell'irradiazione.

Secondo Galileo non si può scusare la loro inavvertenza perché era in loro potere di eliminare i raggi avventizi o crini. Basta guardare gli astri nella prima apparizione della sera o ultima occultazione dell'aurora. «E se non altro Venere, che pure spesse volte si vede di mezzogiorno così piccola che ben bisogna aguzzar la vista, e che pur poi nella seguente notte comparisce una grandissima fiaccola, gli doveva fare accorti della lor fallacia: ché non crederò già che eglino stimassero il vero disco essere quello che si mostra nelle profonde tenebre, e non quello che si scorre nell'ambiente luminoso, perché i nostri lumi, che veduti la notte di lontano appaiono grandi,

e da vicino mostrano la loro vera fiammella terminata e piccola, potevano a sufficienza fargli cauti».

L'autore fa vedere che non è indispensabile il telescopio e che perciò Ticone non è scusabile. Per lui erano assurde le grandezze apparenti delle stelle stimate da Ticho Brahe anche per una ragione fotometrica. Se le stelle fossero così grandi avrebbero un potere illuminante assai maggiore, ma in realtà «per fare un'area o piazza luminosa eguale al disco del Sole o della Luna, composta di stelle, ciascheduna anco eguale al Cane, non basterebbero quaranta mila accoppiate e distese insieme».

Noterò ancora che a Galileo si deve pure la prima idea del metodo differenziale per la misura della parallasse delle stelle, col quale Bessel riuscì a determinare la prima parallasse stellare che

si sia conosciuta: quella della stella 61 della costellazione del Cigno.

In nessun modo (lo ripeto) si può ammettere che Galileo dovesse logicamente aderire alle idee così inconsistenti di Ticho Brahe. La logica era tutta dalla parte di Copernico e di Galileo.

Il sistema misto di Ticone era nato morto, e Galileo era troppo generoso quando diceva che trovava in Ticone le stesse difficoltà che trovava in Tolomeo. Il sistema ticonico era inferiore a quello tolemaico perché effetto di partito preso. E in ogni modo, non si può ignorare che, dopo, per merito di Galileo e di Keplero, si era andati molto avanti e occorreva tendere a Newton e oltre.

LA SCIENZA DI GALILEO*

Al bel libro di Bertrando Spaventa sulla filosofia italiana nelle relazioni con la filosofia europea manca uno dei piú interessanti capitoli: quello dedicato a Galileo.

Della filosofia galileiana lo Spaventa si occupò in una memoria, letta all'Accademia di scienze di Napoli nel 1882, una parte della quale fu pubblicata in *Esperienza e metafisica* e un riassunto negli *Scritti filosofici*.

Fondandosi quasi esclusivamente su quella pagina del *Dialogo dei Massimi Sistemi* in cui Galileo espone la sua ardita dottrina dell'intendere umano in relazione con la sapienza di Dio, lo Spaventa sostiene che Galileo, pur non essendo

* Pubblicato in «Primato», 1 marzo 1942, p. 99.

un filosofo in senso stretto, è piú che un puro fisico o astronomo, avendo un concetto suo proprio del tutto e vedendo la fisica e l'astronomia nel tutto, cioè filosoficamente e non alla maniera degli specialisti. Galileo è scienziato filosofo e la sua filosofia non è l'empirismo o il positivismo ma esperienza razionale e ragionata, schietta metafisica.

Com'è ben noto, alla fine della prima giornata del suo dialogo Galileo fa dire a Salviati, che rappresenta le sue idee, che l'intendere si può pigliare in due modi, cioè intensivamente o estensivamente; e che, quanto alla moltitudine degli intelligibili, che sono infiniti, l'intendere umano è come nullo ma «pigliando l'intendere *intensive*, in quanto cotal termine importa intensivamente, cioè perfettamente, alcuna proposizione, dico che l'intelletto umano ne intende alcune così perfettamen-

te, e ne ha cosí assoluta certezza, quando se n'abbia l'istessa natura; e tali sono le scienze matematiche pure, cioè la geometria e l'aritmetica, delle quali l'intelletto divino ne sa bene infinite proposizioni di piú, perché le sa tutte, ma di quelle poche intese dall'intelletto umano credo che la cognizione agguagli la divina nella certezza obiettiva, perché arriva a comprenderne la necessità, sopra la quale non par che possa esser sicurezza maggiore».

E poiché a questo punto Simplicio si scandalizza, Salviati, ossia Galileo, risponde che se la verità che ci danno le dimostrazioni matematiche è quella stessa che ha la sapienza divina, il modo col quale Dio conosce è sommamente piú eccellente del nostro, essendo di un semplice intuito, mentre noi procediamo con discorsi e con passaggi di conclusione in conclusione. Cosí le infini-

te proprietà del cerchio che noi in piccola parte possiamo conoscere prendendone una delle più semplici per definizione e poi passando da essa col discorso ad un'altra, e da questa ad un'altra ancora, l'intelletto divino le comprende tutte con la semplice apprensione della loro essenza. Le proprietà di tutte le cose sono virtualmente nelle loro definizioni e benché siano infinite per noi, forse nella loro essenza e nella mente divina sono una sola. Ciò non è del tutto incognito all'intelletto umano perché quando siamo padroni di un argomento possiamo da un punto all'altro velocemente trascorrere. «Or questi passaggi, che l'intelletto nostro fa con tempo e con moto di passo in passo, l'intelletto divino, a guisa di luce, trascorre in un istante, che è l'istesso che dire, gli ha sempre tutti presenti. Concludo per tanto, l'intender nostro, e quanto al modo e quanto alla

moltitudine delle cose intese, esser d'infinito intervallo superato dal divino; ma non però l'avvilisco tanto, ch'io lo reputi assolutamente nulla; anzi, quando io vo considerando quante e quanto meravigliose cose hanno intese, investigate ed operate gli uomini, pur troppo chiaramente conosco io ed intendo, esser la mente umana opera di Dio, e delle piú eccellenti».

Lo Spaventa, com'è naturale in un uomo di così prepotente passione teoretica, non analizza punto per punto la tesi galileiana, pur sottolineandone alcuni aspetti con intelligente penetrazione: egli in fondo si limita a mostrare che l'intendere per intuito e l'intendere per discorso non possono essere rigorosamente pensati che come momenti di una sintesi dialettica. In Galileo c'è dunque il germe, o per lo meno l'esigenza, di una metafisi-

ca della mente; e allora Galileo è moderno come Vico.

Se è cosí, l'affermazione dello Spaventa che Galileo e Vico parlano a un dipresso lo stesso linguaggio va intesa in un senso piú profondo di come si potrebbe pensare alla prima. Vale a dire non soltanto che Galileo e Vico sono tutt'e due filosofi ma che esigono la stessa filosofia.

Credo che in quest'affermazione, se è intesa senza far violenza alla storia, ci sia molto di vero. Direi che Galileo e Vico siano due ingegni complementari, la chiarezza dell'uno è l'oscurità dell'altro. Vico capisce la storia e si sente estraneo alla natura, Galileo si esalta nella natura e disprezza i dottori di memoria; ma il principio che li anima è lo stesso, l'incondizionato valore del nostro pensiero.

Certo, non bisogna esagerare: le affinità elettive di Galileo non vanno cercate in Vico, e meno che mai in Kant o in Hegel, ma nei pensatori del nostro Rinascimento: Galileo potenzia, corregge, porta a maturità la filosofia naturale di Telesio e di Bruno. Specialmente con Bruno, i rapporti sono evidenti, come del resto è noto dalle ricerche più recenti.

È vero che negli scritti di Galileo il nome di Giordano Bruno non figura, ma la ragione (non ci può essere dubbio) è il rogo di Campo dei Fiori. Galileo non volle mai nominare Bruno perché credeva di non poterlo fare. Bruno era il reprobato e non era lecito esaltarlo.

Ma i punti di contatto con lui sono molti e importanti.

Galileo è ardentemente copernicano come Bruno e sostiene anche lui che Copernico non è un

matematico che abbia ideato un sistema del mondo che serva per i calcoli e non abbia valore fisico: Copernico non è astronomo puro ma astronomo «filosofo», cioè fisico (qui la filosofia non è la metafisica, come intende lo Spaventa, ma la fisica: la filosofia naturale. Lo Spaventa ha invece ragione chiamando scienziato filosofo, nel senso metafisico, Galileo).

Con Bruno, Galileo ha in comune l'intuizione fisica della natura (e un po', come nel passo citato, anche quella metafisica): il sole, la terra, gli astri li concepiscono tutt'e due allo stesso modo.

Coincidenza sorprendente: il principio di relatività della meccanica classica, che tutt'e due enunciano quasi allo stesso modo (Bruno non tiene conto della resistenza dell'aria), lo spiegano in modo simile e lo adoperano con lo stesso scopo

(in Galileo però il principio acquista piú vigore e importanza).

Se si aggiunge che nella *Cena delle Ceneri* Bruno sostiene, come notò il Gentile, lo stesso pensiero che poi Galileo svolse nella lettera alla Granduchessa madre, Cristina di Lorena, e che in tutti i *Dialoghi metafisici*, oltre che nelle Opere latine ci sono analogie letterarie e coincidenze scientifiche col *Dialogo dei Massimi Sistemi* e con altri scritti di Galileo, bisogna riconoscere che Bruno va considerato, piú di Benedetti, assai piú dei Dottori parigini e forse non meno di Archimede e di Copernico, come uno dei pochi precursori di Galileo.

La scienza di Galileo è attività assoluta e non c'è potere che possa distruggerla o limitarla. Dio stesso non può nulla contro di lei. Nè questa affermazione è temeraria, come non è temerario, o

in contrasto con l'onnipotenza divina, il dire che Dio non può fare che il fatto non sia fatto.

Tra queste affermazioni e quelle dei peripatetici c'è un abisso. Per vederlo bene, esaminiamo, seguendo il testo di Agostino Oreggi, l'argomento di Urbano VIII che Galileo mise in bocca a Simplicio, provocando, o esacerbando, l'ira funesta del pontefice.

Concesse tutte le affermazioni di Galileo, Urbano VIII gli chiese se Dio avrebbe potuto e saputo disporre e muovere altrimenti corpi celesti in modo da salvare movimenti, ordine, rito, distanze e disposizione dei corpi celesti. «Che se tu lo neghi – disse il Santissimo – devi provare che implichi contraddizione che queste cose possano accadere diversamente di come hai escogitato. Dio infatti nell'infinita sua potenza può tutto ciò che non implica contraddizione; e dato che la scienza di Dio

non è minore della sua potenza, se concediamo che Dio abbia potuto, dobbiamo affermare che ha pure saputo. E se Dio ha potuto e saputo disporre queste cose diversamente da come è stato escogitato, in modo che siano salve tutte le cose che sono state dette, non dobbiamo in questo modo coartare la potenza e scienza divina».

Galileo dà dell'argomento una versione più agile e più viva, perché, dopo aver detto che Dio con la sua infinita potenza e sapienza avrebbe potuto e saputo ciò fare in molti modi, ed anche dall'intelletto nostro inescogitabili, aggiunge: «Onde io immediatamente vi concludo, che stante questo, soverchia arditezza sarebbe se altri volesse limitare e coartare la divina potenza e sapienza ad una sua fantasia particolare».

Notate la frase della fantasia particolare con la quale Galileo corregge, per quanto era possibile,

l'argomento del Papa, riaffermando implicitamente che se ci può essere contrasto tra la sapienza divina e una fantasia particolare, non ce ne può essere tra Dio e la scienza.

Per Urbano VIII invece (il lettore lo riconoscerà) la scienza umana, che per Galileo uguaglia la divina, è sempre fantasia particolare; e perciò chi sostiene che essa è attività universale e necessaria è contro Dio ed è alla cristianità perniciosissimo.

L'argomento di Urbano VIII, insomma, è di carattere teologico. È vero però che è formulato molto male; perché, ammesso che Dio abbia potuto disporre le cose diversamente, non ne segue senz'altro che il sistema copernicano coarti la sua libertà. Tra le tante maniere possibili, c'era anche la copernicana e perciò, con la stessa logica del Papa, l'argomento si poteva rovesciare,

sostenendo che si coarta la Divinità negando troppo recisamente il sistema di Copernico. Anche questo sistema era uno dei tanti possibili e Dio poteva attuarlo. Se mai, si sarebbe limitata la libertà divina ammettendo che il sistema copernicano era l'unico realizzabile.

La risposta di Galileo è piú profonda. Noi – egli dice – non cerchiamo ciò che Dio poteva fare ma ciò che ha fatto. Dio poteva fare la terra infinita, poteva farla muovere, invece che una volta in ventiquattr'ore, molte migliaia e milioni di volte in un'ora sola, poteva far volare gli uccelli con le vene piene di mercurio e con ali piccolissime e gravi, ma ha fatto altrimenti «per insegnarci che Egli gusta della semplicità e facilità».

Quest'ultima frase è molto importante, perché dimostra che le concessioni che Galileo fa, hanno un valore del tutto astratto e accademico. I

modi che Dio preferisce sono quelli semplici e facili. Per questo egli ha attuato quella meraviglia così stupenda che si chiama sistema copernicano e non il rompicapo di Tolomeo.

Da qui alla tesi che Dio non poteva fare che quello che ha fatto, cioè che il sistema copernicano non è un fenomeno contingente, come credeva il Papa e avrebbe ammesso perfino Kant, ma una verità necessaria, il passo è breve. Non bisogna dimenticare che per Galileo la natura, in quanto è osservantissima esecutrice degli ordini di Dio, è scientificamente infallibile, è la verità stessa, mentre la Bibbia, adattandosi all'intelligenza del volgo, non ha valore scientifico. Egli sostiene inoltre, nelle postille al *Dialogo dei Massimi Sistemi* scritte dopo la condanna, che le novità che possono rovinare le repubbliche e sovvertire gli stati sono il volere che gl'intelletti creati

liberi da Dio si facciano schiavi dell'altrui volontà, costringendo l'intelletto e i sensi a non vedere e a non intendere; e l'ammettere che persone ignorantissime d'una scienza o arte abbiano ad esser giudici sopra gl'intelligenti e per l'autorità che è stata loro concessa abbiano il potere di volerli a modo loro. «Voi sete che cagionate l'eresia (dice ai teologi), mentre senza cagione alcuna, volete che il senso delle Scritture sia quello che piace a voi, e che i sapienti neghino i sensi propri e le dimostrazioni necessarie».

Queste idee toglievano alla Chiesa ogni autorità in materia di scienza. Il conflitto era dunque inevitabile e senza rimedio, se si volevano mantenere recisamente le rispettive posizioni. Il significato della condanna è tutto qui. E si capisce perché si finì col condannare, insieme al dialogo incriminato, tutti gli scritti di Galileo, pubblicati o

da pubblicarsi, e si sconsigliò il monumento in Santa Croce. Com'era naturale, si estese poi la condanna fino all'inverosimile, tanto che al Padre Grassi (quello del *Saggiatore*) fu proibito di pubblicare certe opinioni sui colori non perché false ma perché nuove.

La scienza di Galileo ha un altro carattere che occorre sottolineare: è profondamente umana. Voglio dire che non è attività da specialisti e tanto meno da cenacolo. È popolare, nel senso più alto dell'espressione, e insieme rigorosa; è scienza e tecnica: scienza e apostolato e azione politica e sociale.

Da questo punto di vista, gli altri scienziati suoi contemporanei, gli accademici del Cimento, gli stessi illuministi, che si considerano, non senza ragione, come suoi continuatori, sono poveri al suo confronto.

Egli non solo è ancora vivo ma è ancora un precursore.

ELOGIO DI GALILEO*

Galileo (è superfluo dirlo) è essenzialmente uno scienziato. Per darne un'idea compiuta occorrerebbe perciò occuparsi a lungo dell'isocronismo delle piccole oscillazioni, delle montuosità della luna, dei satelliti di Giove, dello strano aspetto di Saturno, delle fasi di Venere, delle macchie solari e della rotazione del Sole, dei suoi argomenti in favore del sistema copernicano, del principio dell'indipendente coesistenza dei movimenti e della seconda legge della meccanica, del cannocchiale, della bilancetta, del microscopio, del barometro, dell'applicazione del pendolo agli

* Discorso tenuto all'Accademia di Belle Arti di Firenze, pubblicato in «Paesaggio» I (1946), p. 185 sgg.

orologi: in una parola delle due scienze, l'astronomia e la meccanica, che egli rinnovò così profondamente da potersene considerare senza esagerazione il creatore.

Ma dei meriti scientifici di Galileo voi artisti ne sapete abbastanza e scendere a maggiori particolari non mi sembra di buon gusto. A voi ciò che interessa è l'arte e chi non vuol fare opera inutile si deve mettere, per quanto è possibile, nel vostro punto di vista. Vedrò appunto di sottolineare, nella vita e nell'opera di Galileo, ciò che maggiormente interessa gli artisti.

Galileo suonava il liuto, a quanto si dice, mirabilmente. La cosa è naturale se si pensa che il padre, Vincenzo Galilei, era musicista e musicologo di gran nome. Dal padre Galileo fu pure iniziato al disegno e si appassionò tanto che soleva dire agli amici che se fosse stato libero di scegliere-

re una professione avrebbe scelto la pittura. Della sua giovanile passione per la pittura sono rimaste varie tracce nelle sue opere. Acuta è la sua osservazione che si possono conoscere tutti i precetti del Vinci senza saper dipingere uno sgabello. Solo un uomo del mestiere poteva scrivere che per imitare e rappresentare in pittura una corazza bisogna accoppiare neri schietti e bianchi, l'uno accanto all'altro, nelle parti di essa in cui la luce cade ugualmente. Mi par buono il suo confronto tra la pittura intarsiata e quella a olio. «Essendo le tarsie un accozzamento di legnetti di diversi colori, con i quali non possono già mai accoppiarsi e unirsi così dolcemente che non restino i loro confini taglienti e dalla diversità dei colori crudamente distinti, rendono per necessità le loro figure secche, crude, senza tondezza e rilievo; dove che nel colorito a olio, sfumandosi

dolcemente i confini, si passa senza crudezza dall'una all'altra tinta, onde la pittura riesce morbida, tonda, con forza e con rilievo».

Buona è anche l'osservazione che quelle pitture, fatte perché guardate in scorcio da un luogo determinato mostrino una figura umana, «è sconsigliata cosa rimirarle in faccia, non rappresentando altro che un miscuglio di stinchi di gru, di rostri di cicogne e di altre sregolate figure».

Tra i suoi amici e discepoli Galileo ebbe dei pittori come il Cigoli e il Passignano, i quali vanno citati nella storia delle macchie solari, il primo per i bei disegni, il secondo perché con l'osservazione che le macchie solari, girando ora verso il mezzo e ora verso la circonferenza per linee spirali, s'immergono nel corpo luminoso, anticipò la scoperta fondamentale dello Scheiner.

Il Cigoli, almeno a giudicare dalla lettera che Galileo gli scrisse il 26 giugno 1612, sottoponeva al Maestro anche dei quesiti d'arte, né si può dargli torto. La lettera che si è adesso ricordata merita di essere riassunta e non per nulla figura nella moderna critica d'arte. Si tratta (non è male dirlo esplicitamente) non di una nuova edizione dei giudizi di Leonardo sulla superiorità della pittura ma di una lettera polemica, cioè di una liquidazione di alcuni pregiudizi in favore della scultura sostenuti da alcuni sfaccendati. Essi dicevano che la scultura è più mirabile della pittura perché ha il rilievo e l'altra no. Al contrario, risponde Galileo, viene la pittura a superar di meraviglia la scultura perché la scultura mostra il rilievo come pittura. Infatti, le sculture avranno tanto più rilievo quanto saranno in una parte colorite di chiaro e in un'altra no, tant'è vero che una figura in rilievo di-

venta del tutto piatta se le diamo di scuro dove sia chiaro finché il colore sia tutto unito. La pittura è piú ammirevole della scultura perché, pur non avendo alcun rilievo, può mostrarci il rilievo quanto la scultura, anzi alle volte piú, giacché può rappresentare nel medesimo piano non solo il rilievo di una figura, che importa un braccio o due, ma la lontananza di un paese e una distesa di mare di molte e molte miglia. Dire che il tatto ne dimostrerebbe l'inganno è da deboli, quasi che la pittura e la scultura siano fatte per toccarsi piú che per vedersi. Occorre inoltre notare che di quel rilievo che inganna la vista ne è cosí partecipe la pittura come la scultura, anzi piú, perché nella pittura oltre il chiaro e lo scuro vi sono i colori che alla scultura mancano. E, quanto al tatto, chi crederà che uno, toccando una statua, la creda un uomo vivo? Al tatto sono sottoposti, oltre il rilievo e il

depresso, il molle e il duro, il caldo e il freddo, il delicato e l'aspro, il grave e il leggero: tutti indizi dell'inganno della statua.

Il rilievo della statua, insiste Galileo, non è dovuto alla profondità ma al chiaro e allo scuro perché, delle tre dimensioni, due sole sono sottoposte all'occhio, cioè la lunghezza e la larghezza, mentre la profondità non può essere compresa dall'occhio perché la nostra vista non penetra dentro i corpi opachi. Senonché alla scultura il chiaro e lo scuro lo dà la natura, alla pittura l'arte; sicché anche per questo è più ammirevole un'eccellente pittura.

All'altra obiezione, che la natura fa gli uomini scolpiti e non dipinti, Galileo risponde che li fa non meno dipinti che scolpiti, e anche quest'argomento si risolve in favore della pittura perché quanto più i mezzi coi quali si imita sono lontani

dalle cose da imitarsi tanto piú l'imitazione è meravigliosa. Imitare il rilievo della natura con lo stesso rilievo come fa la scultura non è molto meraviglioso: e artificiosissima imitazione sarà quella che rappresenta il rilievo con il suo contrario che è il piano.

Un altro argomento è quello dell'eternità della scultura, ma, secondo Galileo, non val niente perché non è la scultura che faccia eterni i marmi, ma i marmi fanno eterna la scultura. Del resto, questo privilegio lo hanno anche i sassi, benché tanto la pittura che la scultura siano forse ugualmente soggette a perire.

Sono osservazioni ingegnose, che rivelano un aspetto caratteristico della mentalità galileiana. Quella sua idea della funzione essenziale del chiaroscuro nella scultura è importante e sarebbe piaciuta al Bernini e a Medardo Rosso. Tuttavia,

lo ripeto, il discorso ha per Galileo unicamente valore polemico, tanto che alla fine egli dice così al Cigoli: «Ma io però la consiglierei a non s'inoltrar piú con essi in questa contesa, parendomi ch'ella stia meglio per esercizio di spirito e d'ingegno fra quei che non professino né l'una né l'altra di queste due veramente ammirabili arti, quando in eccellenza sono praticate; poich  V. S. nella propria s'  resa cos  degna di gloria con le sue tele, quanto il nostro divino Michelangiolo co' suoi marmi». Si potrebbe anzi vedere, in questo mettere accanto al buon Cigoli il divino Michelangelo, un esempio di quell'ironia galileiana che rese cos  furibondo Urbano VIII; tanto pi  che Galileo chiude la lettera non invitando il Cigoli a superare Michelangelo, ma pregandolo di continuare amichevolmente a osservare le macchie solari.

Un giudizio molto piú favorevole si può dare esaminando Galileo dal lato letterario, non tanto per la sua ammirazione per l'Ariosto e la sua scarsa simpatia per il Tasso (qualcosa di buono c'è in quelle osservazioni e postille, che non per nulla piacquero al De Sanctis. Ottimo il giudizio su Argante che s'immalinconisce magnanimente non per la sua prossima fine, ma per la sua Gerusalemme, che fu regina e vinta or cade); meno ancora per i versi berneschi o d'occasione che rimangono delle curiosità utili per conoscere meglio la biografia e niente di piú. Specialmente nel *Saggiatore* e nel *Dialogo dei Massimi Sistemi* Galileo si rivela scrittore di prim'ordine. La parodia di Lotario Sarsi, che egli fa nel *Saggiatore* non potrebbe essere piú felice. «Se il Sarsi vuole che io creda a Suida che i Babiloni cocesser l'uova col girarle velocemente nella fionda io lo

crederò; ma dirò bene la cagione di tal effetto esser lontanissima da quella che gli viene attribuita, e per trovare la vera io discorrerò così: – Se a noi non succede un effetto che ad altri altra volta è riuscito, è necessario che noi nel nostro operare manchiamo di quello che fu causa della riuscita d'esso effetto, e che non mancando a noi altro che una cosa sola, questa sola cosa sia la vera causa; ora a noi non mancano uova, né fionda, né uomini robusti che le girino, e pur non si cuociono, anzi, se fusser calde, si raffreddano più presto; e perché non ci manca altro che l'essere di Babilonia, adunque l'esser Babilonesi è causa dell'indurirsi l'uova, e non l'attrizione dell'aria, che è quello che io volevo provare».

Come nel *Saggiatore* è dipinto, è scolpito, è cinematografato il Sarsi ed è espressa nello stesso tempo l'inesauribile personalità di Galileo, così

nei *Massimi Sistemi* è, stavo quasi per dire, cantata tutta la nuova età che ha per protagonisti Galileo, Simplicio, Sagredo, Aristotele, Copernico, Keplero. La nuova civiltà industriale che ha per simbolo l'arsenale di Venezia, vive di quella vita che solo l'arte sa fare. Il dialogo non è un mezzuccio rettorico ma lo strumento indispensabile per rendere in tutta la sua ricchezza il pensiero galileiano, che riassume, corregge, potenzia Aristotele e Tolomeo, Archimede e Copernico, Telesio e Bruno.

Tutti gli scritti galileiani ci mettono davanti agli occhi, vivissima, la grande personalità dell'Autore, come vere e proprie opere d'arte. La ragione è evidente. La scienza di Galileo non è astrazione intellettualistica, non è curiosità erudita o scolastica, non è roba da setta o da cenacolo, ma, nel suo estremo rigore, è profondamente umana.

Cosí, del resto, è stata sempre la scienza autentica. L'immagine del matematico che, guardando la luna, cade nel fosso è una infelice caricatura che non risponde alla realtà, come quella dell'artista che suona indifferente la cetra, mentre i suoi figli muoiono di fame. La scienza non è attività particolare ma cultura, e quella di Galileo è cultura nel modo piú eccellente. L'Autore preferiva la parola filosofia. Secondo lui la differenza che è tra gli uomini e gli animali si riduce all'essere o non essere filosofi. La filosofia ci separa in piú o meno degno grado dal comune essere del volgo perché «chi mira in alto si differenzia piú altamente; e il volgersi al gran libro della natura, che è 'l proprio oggetto della filosofia, è il modo per alzar gli occhi». La scienza galileiana è quest'alzar gli occhi, che è un innalzare lo spirito: un'attività che è conoscenza e amore e azione.

Di questa sua scienza Galileo è non solo il creatore ma l'apostolo e il martire.

Su questo punto occorre insistere perché va ancora in giro per il mondo un'indegna calunnia, secondo la quale Galileo si piegò al Sant'Uffizio perché non era sicuro delle sue teorie, non avendo ancora dato le prove decisive in favore della concezione copernicana che furono poi date da Foucault con l'esperienza del pendolo e da Bradley con l'aberrazione delle stelle. Galileo sarebbe stato dunque un retore, un retore però che (guarda combinazione) avrebbe preannunziato, stavo per dire profeticamente, un mondo nuovo. Le sue affermazioni erano insussistenti, tuttavia, non si sa come, erano vere punto per punto.

Qualche altro insinua che Galileo era in fondo un uomo in cui le energie morali non corrispondevano all'alta intelligenza.

Nulla di piú avventato e di piú contrario alla verità. Nessun dubbio poteva avere Galileo intorno al sistema copernicano. Tutte le sue osservazioni, le sue esperienze, i suoi ragionamenti hanno un centro: la verità copernicana.

Inizialmente Galileo era tolemaico ma a poco a poco dovette convincersi che il sistema tolemaico era troppo complicato e, si può dire, mostruoso per esser vero, mentre il sistema eliocentrico, che nell'opera di Copernico aveva fatto un gigantesco passo avanti, era d'accordo con le nuove scoperte astronomiche e meccaniche di Galileo, sicché si poteva dire che ricevesse di giorno in giorno nuove decisive conferme. Le obiezioni che gli aristotelici facevano a Copernico (nessuno lo sapeva meglio di Galileo) non avevano il minimo valore, non potevano resistere alla critica, erano frutto d'ignoranza e d'incapacità di pensare. Que-

gli aristotelici erano dei veri fossili: incapaci di esser persuasi delle nuove verità perché incapaci di vedere coi propri occhi, incapaci di muoversi. Nel *Dialogo dei Massimi Sistemi* Galileo non trascura nessun argomento in favore del sistema tolemaico; la colpa non è sua se la verità copernicana viene fuori irresistibile da ogni parte.

Galileo aveva dato anche la risposta definitiva a coloro che pretendevano di confutare la scienza con la Bibbia. Le lettere copernicane, e in particolare quella alla Granduchessa Madre, Cristina di Lorena, sono dei capolavori anche dal lato teologico, giacché offrono alla Chiesa l'unica via d'uscita. La Bibbia è un testo religioso, non un testo scientifico. Quest'idea, che Galileo difende con argomenti irrefutabili, è di vari dottori della Chiesa, da S. Agostino a Girolamo, a Dionigi l'Areopagita, a S. Tommaso d'Aquino. Negarla

era un atto di tale cecità da riuscire inesplicabile. Basterebbe, per chiudere la discussione, ciò che diceva S. Tommaso a proposito delle parole di Giobbe: Chi stende l'aquilone nel vuoto e appende la terra sul nulla. La Scrittura, chiarisce S. Tommaso, chiama vacuo e niente lo spazio che abbraccia e circonda la terra, e che noi sappiamo non esser vuoto ma pieno d'aria, per accomodarsi alla credenza del volgo, che pensa che in quello spazio non ci sia nulla. Questo parlare secondo il volgo è, secondo S. Tommaso, abituale nella S. Scrittura, e Galileo giustamente dice che da questo luogo si può assai chiaramente argomentare che la Scrittura, per il medesimo rispetto, abbia avuto molto più gran cagione di chiamare il sole mobile e la terra stabile perché «se noi teneremo la capacità degli uomini vulgari, gli troveremo molto più inetti a restar persuasi della stabi-

lità del sole e mobilità della terra, che dell'esser lo spazio che ci circonda ripieno d'aria: adunque, se gli autori sacri in questo punto, che non aveva tanta difficoltà appresso la capacità del vulgo ad essere persuaso, nulla di meno si sono astenuti dal tentar di persuaderlo, non dovrà parere se non molto ragionevole che in altre proposizioni molto più recondite abbino osservato il medesimo stile».

Galileo non si limita a queste considerazioni generali ma dimostra che il passo di Giosuè, su cui si fondano i teologi peripatetici per affermare la verità del sistema tolemaico, non era nemmeno conciliabile con questo sistema. Né ci poteva esser dubbio perché il linguaggio del volgo adoperato dalla Bibbia si riferisce a una fase scientifica assai arretrata rispetto a quella di Tolomeo,

che presuppone una grande preparazione matematica e astronomica.

L'argomento principale di Galileo è che due verità non possono contrariarsi e perciò quello che è scientificamente certo non può essere distrutto da nessun testo sacro. La natura e la Scrittura infatti procedono tutt'e due da Dio; ma mentre la natura osserva infallibilmente gli ordini di Dio ed è assurdo pensare che si sbagli o possa essere interpretata in modo diverso da come l'interpreta lo scienziato, la Scrittura, adattandosi alla mentalità del volgo, non fa scienza.

S'intende che per Galileo la natura è necessaria e della stessa necessità logica beneficia la scienza. Parlare dunque della scienza come di qualcosa di contingente, come facevano i teologi peripatetici e più di tutti Urbano VIII, non ha senso per Galileo. Per lui tra la scienza umana e

quella divina la distinzione è puramente quantitativa. Dio conosce un numero enorme di verità più di noi ma le verità che noi conosciamo, e in modo particolare quelle matematiche, le conosciamo come le conosce Dio perché sono della stessa natura di quelle divine. Se aggiungiamo che per Galileo le verità scientifiche non possono essere dimostrate o negate se non dalla ragione, e i testi, sacri o profani, non contano, si capisce che i teologi non potevano aver presa su di lui perché non tentarono nemmeno di opporre argomenti alle sue ragioni ma si trincerarono dietro il puro *Ipse dixit*.

Il processo di Galileo è così assurdo, se si considera dal punto di vista scientifico-filosofico, che qualcuno ha perfino tentato di ridurlo a una vendetta personale del pontefice, al quale avevano fatto credere che in Simplicio Galileo avesse rap-

presentato proprio lui, Urbano VIII. (Era un'invenzione, sia detto tra parentesi. Ma anche se fosse stato vero, il Papa avrebbe avuto lo stesso torto a offendersi. Il Simplicio galileiano è una bravissima persona, che non torcerebbe un capello a nessuno. È affezionatissimo ad Aristotele ma in realtà non è del tutto chiuso alle nuove idee, tant'è vero che nei *Dialoghi delle nuove Scienze* diventerà galileiano. Se nel *Dialogo dei Massimi Sistemi* non si decide mai a lasciare Aristotele, ciò dipende dal timore di fare un salto nel buio. Egli ha bisogno di una guida e gli sembra che, lasciato Aristotele, si rimanga senza scorta).

In realtà il processo esprime il conflitto inevitabile tra il decrepito mondo aristotelico medioevale e il nuovo pensiero, la nuova civiltà impersonata da Galileo. Ci furono bizzie, meschinerie ma il

conflitto è un gran fatto storico, non un fatterello di cronaca.

Si sa come fu imbastito il processo: su un cavillo, cioè sulla violazione del precetto comunicato-gli il 26 maggio 1616 dal Bellarmino. Nella dichiarazione del Bellarmino era detto che la dottrina attribuita al Copernico, che la terra si muova intorno al sole e che il sole stia nel centro del mondo senza muoversi da oriente a occidente, è contraria alle Sacre Scritture e perciò non si può difendere né tenere.

Nel testo del Sant'Uffizio non c'è detto soltanto che la dottrina copernicana non si possa né difendere né tenere ma che questa dottrina non si può, *in qualsiasi modo*, tenere, insegnare o difendere, verbalmente o per iscritto.

Il processo fu imbastito sul *quovis modo*, che fu interpretato, con evidente arbitrio, nel senso che

della teoria copernicana non era lecito occuparsi in nessun modo, nemmeno, come Galileo aveva fatto nei *Massimi Sistemi*, per esporre gli argomenti pro e contro.

In base a questo assoluto divieto di occuparsi di Copernico si pretese che il permesso di pubblicazione del suo libro fosse stato carpito con la frode e lo si considerò come nullo. Nel processo (s'intende) non si discusse ma si cercò di accertare fino a che punto Galileo fosse colpevole di aver violato il precetto della Chiesa.

Quelli che dicono che Galileo fu condannato non per le sue idee scientifiche ma per la sua cattiva teologia non hanno letto la sentenza (e non hanno nemmeno letto gli scritti copernicani di Galileo che, anche dal lato teologico, sono dei capolavori).

Con la sentenza del 22 giugno 1633 quei cattivi teologi (possiamo ben chiamarli così) si compromisero in pieno e senza rimedio. Essi sentenziarono che la proposizione che il sole sia centro del mondo e immobile di moto locale è assurda e falsa in filosofia, e formalmente eretica, per essere espressamente contraria alla Sacra Scrittura, mentre la proposizione che la terra non sia centro del mondo né immobile ma che si muova anche di moto diurno è parimente assurda e falsa nella filosofia, mentre, considerata in teologia, è *ad minus erronea in fide*.

Nel sistema di Copernico e di Galileo, che s'intendeva condannare, le due proposizioni incriminate sono due aspetti della stessa verità. Dire che una di esse è formalmente eretica mentre l'altra è solo erronea è la quintessenza del formalismo sofistico.

Nella sentenza è pure detto che Galileo, producendo a sua difesa la dichiarazione del Bellarmino che non conteneva il *quovis modo*, restò maggiormente aggravato perché, nonostante che in essa fosse detto che la dottrina copernicana era contraria alla Scrittura, lui aveva ardito di difenderla e persuaderla probabile.

La sentenza prosegue dicendo che poiché ai giudici era sembrato che Galileo non avesse detto interamente la verità sulla sua intenzione fu necessario venir contro di lui al rigoroso esame e conclude:

«Diciamo, pronunziamo, sentenziamo, e dichiariamo che tu Galileo suddetto, per le cose dedotte in processo e da te confessate come sopra, ti sei reso a questo S. Uffizio veementemente sospetto d'eresia, cioè d'aver tenuto e creduto dottrina falsa e contraria alle Sacre e Divine Scrit-

ture; che il sole sia centro della terra e che non si muova da oriente ad occidente e che la terra si muova e non sia il centro del mondo, e che si possa tener e difendere per probabile un'opinione dopo esser stata dichiarata e diffinita per contraria alla Sacra Scrittura; e conseguentemente sei incorso in tutte le censure e pene dai sacri canoni e altre costituzioni generali e particolari contro simili delinquenti imposte e promulgate. Dalle quali siamo contenti sii assoluto, purché prima con cuor sincero e fede non finta, avanti di noi abiuri, maledichi e detesti li suddetti errori e qualunque altro errore e eresia contraria alla Cattolica e Apostolica Chiesa, nel modo e forma che da noi tutti ti sarà data».

Inutile cavillare: qui non si condanna il teologo ma lo scienziato; qui la scienza, con un esempio forse unico nella storia, è chiamata delitto.

Ma la sentenza è interessante perché in essa c'è una vera glorificazione di Galileo. Egli non volle confessare di aver mancato, tanto che si dovette venire al rigoroso esame, e durante il rigoroso esame egli rimase incrollabilmente fermo nella sua posizione, rispondendo cattolicamente, cioè senza bestemmie, senza ribellarsi, con una serenità eminentemente cristiana. La leggenda mise in bocca al grande scienziato il motto: Eppur si muove! Avrebbe interpretato meglio la verità storica se gli avesse attribuito le parole di Cristo: Perdona loro, o Padre, perché non sanno quel che fanno.

Galileo, dunque, durante l'infernale seduta del 21 giugno 1633 si comportò eroicamente. Era vecchio, pieno di mali, quasi un cadavere, ma non vacillò. Non disse grandi frasi, non fece nulla di teatrale: si limitò a rimanere impassibile, come

il «Cristo davanti a Pilato» di Tintoretto, che si ammira a S. Rocco.

Abiurò (s'intende a parole), ma così doveva fare. Egli era sinceramente cattolico e sentí il dovere di non compromettere di piú la sua Chiesa, che si era già da sé così gravemente compromessa.

Non per questo egli si accasciò. Alcuni mesi dopo così scriveva a Elia Diodati: «I torti e l'ingiustizie, che l'invidia e la malvagità mi hanno macchinato contro, non mi hanno travagliato né mi travagliano. Anzi (restando illesa la vita e l'onore) la grandezza dell'ingiurie mi è piú presto di sollevamento, e è come una specie di vendetta, e l'infamia ricade sopra i traditori e i costituiti nel piú sublime grado dell'ignoranza, madre della malignità, dell'invidia della rabbia e di tutti gli altri vizii e peccati scellerati e brutti».

Non sono evidentemente le parole di un vinto.

E del resto voi sapete che se, dopo il processo, Galileo ebbe ore molto nere e non si consolò mai per la morte della sua dolcissima figlia Suor Maria Celeste, che morì di dolore per le sofferenze di lui durante il processo, egli continuò a lavorare. I mali che lo tormentarono per tutta la vita s'intensificarono, egli divenne irrimediabilmente del tutto cieco, ma nella prigione di Arcetri dettò quei *Dialoghi delle Nuove Scienze* che molti ritengono il suo capolavoro e non senza ragione, se ci mettiamo da un punto di vista esclusivamente scientifico. Ad Arcetri dettò la lettera sul candore lunare, un altro piccolo capolavoro, paragonabile a quel gioiello che s'intitola *La Bilancetta*. Ad Arcetri, alla vigilia della morte, ideò l'applicazione del pendolo agli orologi, con un dispositivo ingegnosissimo, che funziona ottima-

mente. Perfino negli ultimi giorni della sua vita trovò modo di scrivere la graziosa lettera alla sua intelligente amica Alessandra Bocchineri, e trovò grandissima soddisfazione del nuovo matematico Torricelli, ricevendo grandissimo gusto nel sentir confrontare alcune nuove dimostrazioni tra lui e il Viviani.

L'Evangelista, alla fine del suo racconto, osserva che sono molti i miracoli di Cristo di cui non si fa cenno nelle sue pagine. Nelle poche parole che ho avuto l'onore di leggervi, innumerevoli meraviglie galileiane sono sottintese. Ma non importa: voi sapete benissimo che Galileo Galilei è una delle più grandi personalità che abbia avuto l'Italia, uno dei più grandi scienziati filosofi che siano esistiti; il più puro, il più armonico eroe della scienza.

EVANGELISTA TORRICELLI E LA PRESSIONE ATMOSFERICA*

Evangelista Torricelli nacque quasi certamente a Faenza il 15 ottobre 1608, e morì a Firenze trecent'anni fa, il 25 ottobre del 1647. Daniello Bartoli, nella sua cicalata sulla tensione e la pressione, lo dice «onor di Faenza che gli fu patria e di Firenze che gli fu scuola e teatro». Poiché manca l'atto di nascita, c'è chi lo fa nascere a Modigliana, chi a Imola, chi a Tossignano o a Piancaldoli e perfino a Roma. Siamo dunque in presenza, come dice il Ghinassi, di una nobile gara che rinnova per poco quella dell'antica Grecia per la terra nativa di Omero. E omerici si possono dire gli

* Comunicazione tenuta alla radio, pubblicata in «Torricelliana», 1950, fasc. 1, p. 22 sgg.

entusiasmi che il Torricelli suscitò fin da quando era ragazzo e continua e suscitare anche oggi a chi ne studia l'opera multiforme e profonda. Il primo che lo iniziò agli studi e ne comprese il genio fu don Jacopo Torricelli, monaco camaldolese, suo zio paterno, rimasto sempre affezionatissimo al grande nipote. Evangelista ricambiava l'affetto, e sul letto di morte disse al Serenai: «Scriva l'avviso della mia morte al R. P. Jacopo Torricelli mio zio, che questa volta il povero vecchio morrà anch'egli; scriva a Faenza, è un vecchio di ottantotto anni». Padre Jacopo affidò il nipote a uno dei più illustri discepoli di Galileo, a don Benedetto Castelli, noto per le ricerche di idraulica e la scoperta delle fasi di Venere, che egli fece indipendentemente da Galileo. Il Castelli comprese e protesse in tutti i modi il suo giovane allievo, che raccomandò e inviò presso Galileo ad Arcetri.

Cosí, per ripetere le parole di Vincenzo Viviani, questo giovane d'integerrimi costumi e di dolcissima conversazione, fu «accolto in casa, accarezzato e provvisionato dal Sig.r Galileo, con scambievol diletto di dottissime conferenze». Ma – sospira il Viviani – la congiunzione in terra di due lumi cosí grandi doveva per forza essere quasi momentanea, come nel caso degli astri. E infatti Torricelli rimase ad Arcetri solo tre mesi, gli ultimi tre mesi della vita del gran Vecchio. Sappiamo che Galileo si compiacque oltremodo di questo suo discepolo, ultimo in tempo, ma primo per merito. Non sappiamo se gli abbia mai parlato dell'esperienza che si suole attribuire ai fontanai fiorentini e di cui Galileo si era occupato nella lettera a Giambattista Baliani del 6 agosto 1630 e poi nei *Dialoghi delle Nuove Scienze*. Certo, Torricelli conosceva le idee del Maestro, per il quale

aveva una vera idolatria, e perciò non è lecito supporre che non avesse letto con attenzione le *Nuove Scienze*. Nella lettera che gli scrisse l'11 settembre 1632, Torricelli chiama Galileo «un oracolo della natura»; in quella del 15 marzo 1641 dice che quanto egli cede al Magiotti e al Nardi nel merito dell'ingegno, altrettanto li supera «nel pregio di reverir con infinita stima il famoso nome del Galileo, nome benemerito dell'universo e consecrato all'eternità»; nella lettera del 27 aprile del 1641, dice che la villa di Arcetri, per la presenza di Galileo, è la «regia della Verità e l'erario della Sapienza». Nei tre mesi del sodalizio devoto, questa ammirazione crebbe ancora.

Contrariamente a quello che molti credono, nella questione del vuoto Galileo è tutt'altro che aristotelico. Per Aristotele il vuoto è impossibile; Galileo invece sa che il vuoto si può realizzare e si

realizza nel caso delle pompe aspiranti o, come lui dice, pompe che operano per attrazione.

L'acqua non può essere aspirata oltre una certa altezza, che è precisamente di dieci metri e trentatré; oltre quell'altezza, la corda, diciamo così, d'acqua si strappa. Il vuoto, insomma, ha per Galileo una forza attrattiva ben determinata e del tutto equivalente a quella che oggi sappiamo essere la pressione atmosferica, come per primo comprese Torricelli. Questa forza attrattiva del vuoto non esiste (e va bene), ma è la prima forma, embrionale, imprecisa, della pressione atmosferica. Non bisogna dimenticare che perfino Pascal, nella lettera al Périer del 15 novembre 1647, dice che non osa abbandonare il principio dell'orrore del vuoto, nel senso galileiano. E dopo aver fatto l'esperienza del vuoto nel vuoto, pur essendo personalmente persuaso che la forza at-

trattiva del vuoto non sia piú sostenibile, dice che se la nuova esperienza si spiega con la pressione atmosferica, si può ancora spiegare, assai probabilmente, con l'orrore del vuoto.

La verità è che l'idea del Torricelli è l'inveramento di quella di Galileo. In fondo, Galileo si limita a descrivere i fatti, a dirci come stanno le cose; Torricelli spiega perché siano così. C'è senza dubbio nella tesi di Galileo una irriducibile oscurità, che Torricelli dissipa d'un colpo, facendo intervenire la pressione atmosferica. L'idea di Torricelli è lo sviluppo geniale di quella di Galileo. Torricelli vede tutto chiarissimamente, come noi oggi. Chi legga le due lettere che egli scrisse a Michelangelo Ricci l'11 e il 28 giugno del 1644, non può esitare. Oggi la sua interpretazione può sembrarci, piú che ovvia, banale, ma questo non significa che il merito del faentino non sia enorme.

La cappa di piombo aristotelica perturbava le menti piú aperte e piú guardinghe. Pensate a Cartesio. Uomo genialissimo in matematica e in filosofia, nella questione del vuoto è piú aristotelico di Aristotele. L'11 ottobre del 1683 scrive a Mersenne che l'osservazione dei fontanai fiorentini non ha che vedere col vuoto. Le pompe non possono sollevare l'acqua oltre diciotto braccia, o per difetto delle pompe stesse o perché l'acqua, invece di salire piú su, sgocciola tra la pompa e l'embolo. Il 16 ottobre del '39 scrive allo stesso Mersenne che l'acqua nelle pompe sale con lo stantuffo perché, non essendoci vuoto in natura (e non ce ne può essere, essendo per lui il vuoto identico al nulla), non può avvenire alcun movimento senza che nello stesso tempo si abbia un cerchio di corpi in moto. Nel *Monde* chiarisce che tutti i movimenti che si fanno in natura, come ha

riconosciuto da diverse esperienze, sono in qualche modo circolari. Come mai – egli si domanda – se pratichiamo un’apertura in un barile il vino non esce? E risponde: – Non per timore del vuoto. Il vino non può uscire perché tutto fuori è pieno e il vino, se uscisse, non troverebbe posto, essendo nell’universo tutti i posti occupati. Se si fa un’apertura anche al disopra del barile, ogni difficoltà sparisce, perché l’aria può risalire circolarmente. Così il vino che esce e l’aria che entra nel barile si scambiano il posto. Si direbbe che per Cartesio tutti i corpi siano incompressibili.

Se un uomo di genio come l’autore del *Discorso sul metodo* rimaneva impigliato in tante difficoltà, non c’è da meravigliarsi delle obiezioni che Michelangelo Ricci fece a Torricelli. Il Ricci diceva che si potrebbe escludere l’azione della pressione dell’aria con una lamina metallica. In questo

caso l'atmosfera graviterebbe sulla lamina e non sul mercurio e per conseguenza, se il mercurio rimanesse sospeso come prima, non si potrebbe attribuire l'effetto alla pressione atmosferica.

Risponde il Torricelli: – Se la lamina tocca il mercurio della vaschetta, evidentemente il mercurio rimarrà sollevato come prima, perché sarà sostenuto dalla lamina stessa. Se tra la lamina e il mercurio della vaschetta resterà dell'aria, bisogna distinguere due casi: o l'aria è alla pressione atmosferica e allora il mercurio resterà sollevato nel tubo, come se la lamina non esistesse (e infatti in questo caso essa non eserciterebbe alcuna azione); o l'aria della vaschetta è più rarefatta dell'esterna e allora il mercurio del tubo scenderà alquanto, e se fosse infinitamente rarefatta, cioè se ci fosse il vuoto, il mercurio scenderebbe tutto

nella vaschetta (come sapete, questa esperienza si fa adesso nelle scuole).

Diceva ancora il Ricci: «Se tiriamo fuori l'embolo di uno stantuffo a perfetta tenuta, sentiamo grandissima resistenza, e ciò non solo quando lo stantuffo si dispone verticalmente e l'embolo si tira in su, ma in qualunque posizione lo mettiamo». Si vede di qui che il buon Ricci non aveva la minima idea di ciò che oggi chiamiamo principio fondamentale della pressione o principio di Pascal, e non gli possiamo dare del tutto torto. L'idea l'aveva però chiarissima Torricelli, il quale risponde sorridendo: «Fu una volta un filosofo che, vedendo la cannella messa alla botte da un servitore, lo bravò con dire che il vino non sarebbe mai venuto, perché natura dei gravi è di premere in giù e non orizzontalmente e dalle bande; ma il servitore fece toccarli con mano che se be-

ne i liquidi gravitano per natura in giù, in ogni modo spingono e schizzano per tutti i versi anco all'insù, purché trovino luoghi dove arrivare, cioè luoghi che resistano con forza minore della forza di essi liquidi. Infonda V. S. un boccale tutto nell'acqua, colla bocca all'ingiù, poi li buchi il fondo, sí che l'aria possa uscire, vedrà con che impeto l'acqua si muove di sotto all'insù per riempierlo».

Torricelli dice altre cose, ma ho già abusato della vostra pazienza. Dirò che egli ha capito così a fondo l'esperienza che porta il suo nome, che essa si può dire non presenti più per lui nessun interesse. Tra l'altro, egli prevede la variazione dell'altezza barometrica con l'altitudine, studiata poi da Pascal e Périer, e forse non la verificò perché la trovava più che evidente.

Direte: – Ma anche l'esperienza che sembra piú evidente a priori non è mai inutile, se si fa bene, e rivela sempre qualcosa d'imprevedibile.

Rispondo che è vero, ma che questo concetto dell'esperienza non è di Torricelli e nemmeno di Pascal. Posso anche concedervi che Torricelli, pur avendo ideato l'esperienza del mercurio, non era un vero sperimentatore: e non per caso l'esperienza fu eseguita da Viviani. Torricelli è il piú grande e il piú versatile dei discepoli di Galileo: è fisico e matematico; scienziato, ingegnere, tecnico; ma la prova piú alta e piú costante della sua genialità ce l'ha data come teorico e in particolare come matematico puro. L'esperienza della pressione atmosferica è e rimarrà la sua cosa piú popolare (ed è, si capisce, una cosa stupenda), ma il suo massimo titolo di gloria, per il quale me-

rita il titolo che gli fu dato di *nuovo Galileo*, è l'opera matematica.

Di Torricelli mi piace molto la vita intensa e piú ancora la morte, come risulta dai *Ricordi* dettati a Lodovico Serenai, e con questa bella morte desidero finire. Sul letto di morte, Torricelli non si veste d'abiti reali e curiali, non assume pose ispirate, né dice detti memorabili. Sa che sta per morire, ma non si preoccupa della morte. Non solo non rinnega la vita, ma non se ne distacca. Dà disposizioni minute sui suoi averi, con lo stile del Codice civile, ed ha la stessa amorosa cura delle cinque lirette che gli deve Carlo Dati e dei manoscritti inediti: le *cartucce barone*, che sembrano confuse e non son confuse affatto (cartucce barone equivale a fogli volanti: il barone qui non ha baronìa, essendo il mendicante girovago).

Questa suprema fedeltà alla scienza, alla vita, alla terra, è tanto bella quanto rara. Se riusciremo ad apprezzarla come merita, noi italiani, che abbiamo senza dubbio molte grandi qualità (è bene riaffermarlo), ci avvieremo a liberarci dei nostri piú grandi difetti: la retorica, le sentimentalerie, l'improvvisazione.

LORENZO MAGALOTTI E LA SCIENZA*

Il terzo centenario della nascita di Lorenzo Magalotti, com'era da prevedersi, non ha suscitato interesse nel mondo scientifico; ma la nostra rivista non può ignorarlo perché l'autore dei *Saggi di naturali esperienze fatte nell'Accademia del Cimento* si può considerare uno dei piú illustri antenati di «Sapere» nel campo della divulgazione scientifica piú dignitosa e attraente.

Come scienziato, Lorenzo Magalotti non conta un gran che e si può perfino sostenere che non esista. Non c'è una scoperta che si possa dire sua, una sua idea scientifica che regga.

* Pubblicato in «Sapere», 31 dicembre 1937, p. 473 sgg.

Il segretario dell'Accademia del Cimento era allievo e amico di Vincenzo Viviani, conosceva gli elementi della geometria, aveva letto Galileo, era anche, se si deve credere a lui stesso, un abile sperimentatore, ma non era e non poteva essere uno scienziato perché non aveva fede nella scienza.

Pur accettando idee fondamentali di Galileo, egli è piú lontano dalla rivoluzione galileiana degli stessi peripatetici che deride. Piú che ostile, è impermeabile alla nuova scienza. Il suo ideale sarebbe un principio da cui si potesse dedurre tutto col solo ragionamento. I suoi problemi prediletti sono quelli che non si possono o non si sanno risolvere.

Per Galileo l'esperienza è uno dei modi con cui Dio ci si rivela: è essenzialmente verità; per Magalotti è un circolo che, movendosi da un ignoto e

girando per altri ignoti, ritorna o nello stesso o in altro ignoto.

Galileo s'inebria delle sue scoperte e ne sente tutta la novità; Magalotti, quando ci si mette, arriva alle negazioni più paradossali. Egli crede che il capitale del sapere sia stato press'a poco sempre lo stesso in tutti i tempi. In un secolo si è saputo più di una cosa, in un altro di un'altra «come quel magazzino, che oggi è pieno di spezierie, domani di tele, quell'altro di lana, e via discorrendo; ma di tutte queste mercanzie non ve n'è mai più di quello, che importano i corpi e il credito di quella casa di negozio, che lo tiene in affitto».

Ma il secolo di Galileo non ha fatto progressi maggiori nelle scienze che non i precedenti? Magalotti risponde che, anche se fosse vero, resta sempre il dubbio se ci siamo per questo avvicinati o allontanati dalla verità. «Io non avrei per così

gran sproposito, come per avventura parrebbe a qualche presuntuoso filosofo, il dire che, quanto piú sparse piú slegate e piú minute noi contassimo le pretese verità delle particolari conclusioni intorno alle cose naturali, tanto piú lontani ci trovassimo dalla necessaria unità del loro vero principio: il che, se mai stesse cosí, tutto il vantaggio, che verremmo ad aver ricavato da questi grandi acquisti in materia di scienze, si ridurrebbe al trovarci noi, quanto piú preoccupati di falsi, o di veri dubbiosi, altrettanto piú incapaci di dare in quella prima certa universalissima verità, nella quale non erano forse tanto incapaci di colpire all'impazzata, se non di mira, quelli, che non ne sapevano o non credevano di saperne tanta; e, colpita la quale, si ha tutto il resto».

La fisica – continua il Magalotti – è un gergo; la medicina un indovinello. Non esiste un principio

dell'una o dell'altra sul quale si accordino i loro professori e che consenta di dedurre coerentemente l'uno dopo l'altro i fenomeni. Se si trovasse un solo universalissimo teorema dal quale dipendessero tutti i teoremi particolari, tutta la farfagine dei probabili si risolverebbe nel nulla dell'opinione.

Egli passa a questo punto a fare «una piccola scorreria sulla medicina», cioè una cicalata sulla «vanità dell'arte», dove di leggibile non c'è che la barzelletta del buon vecchio Magiotti, il quale rispose al granduca Ferdinando, che gli domandava con che coscienza prendesse i denari dagli ammalati: «Io, serenissimo, li piglio non in qualità di medico, ma di guardia, perché non venga un giovane, che creda a tutto quel, ch'ei trova scritto ne' libri, e cacci loro qualche cosa in corpo, che me gli ammazzi».

Chiusa la schermaglia contro la medicina, il Magalotti prevede che un filosofo potrebbe pigliar animo, sostenendo che la fisica sia andata molto piú là della medicina; e risponde: – Pare ma non è. Quello che si sa adesso si sapeva tremila anni fa. La filosofia è come le mode, che «non sono mode, perché comincino a usare adesso, ma, perché è un pezzo, che non erano usate». E qui un'altra scorreria, piú inconsistente dell'altra ma piú divertente, per via delle barzellette. «Io – racconta il Magalotti – ho conosciuto un servidore del cardinal Barberino, che, quando fu seco in Francia, fece una grandissima provvisione di cappelli. Appena tornato in Italia, per sua disgrazia si mutò la moda. Egli sodo a seguitare a portare i suoi cappelli, ognuno gli rideva dietro; ma, perché è sempre vero che chi la dura la vince, tanto si girò e rigirò, che prima, ch'egli avesse

consumato tutti i suoi, ritornò la medesima forma, e così quegli, ch'era stato il più indietro all'usanza, fu il primo a portare il cappello alla moda in Roma e ne riceveva le congratulazioni di tutti».

Ma le esperienze, le osservazioni, i ragionamenti di Galileo, di Torricelli, di Cavalieri, di Redi, di Borelli, di Cassini e di Huyghens, sono davvero dei vecchi cappelli tornati di moda? Magalotti non si perde d'animo e afferma che non si deve dare gran peso a qualche nuova esperienza che non si trova negli antichi perché degli antichi non abbiamo che gli scheletri. Se all'Europa succedesse ciò ch'è successo alla Grecia «che prima o poi ha da succedere indubitatamente», fra tremila anni non si saprebbe più nulla delle esperienze d'oggi.

Questo (bisogna convenirne) è accademia. Non meno accademiche sono le domande che egli fa a proposito delle proprietà elettriche

dell'ambra e che si concludono, poco socraticamente, col «Questo uno io so, che nulla io so»; e le idee sulla luce, che conviene analizzare perché rappresentano il suo massimo sforzo in senso scientifico.

La lettera a Viviani sopra la luce è sembrata a qualcuno molto importante perché vi s'è voluto vedere un'anticipazione della teoria newtoniana della gravitazione universale. È il migliore scritto scientifico del Magalotti (mi riferisco agli scritti originali, escludendo i *Saggi di naturali esperienze*) e contiene qualcosa di buono: per esempio l'adesione alla teoria copernicana, che risulta anche da una lettera a Luigi del Riccio (Vienna, 7 luglio 1675), e l'idea che l'attrazione che la terra esercita sui corpi sia proporzionale alla densità e quindi alla massa dei corpi. L'attrazione però non è quella newtoniana perché non varia in ragione in-

versa del quadrato della distanza, anzi, a quanto sembra, non dipende dalla distanza. Il Magalotti accetta da Gilbert l'idea che il globo terrestre sia un gran calamita la cui azione non si estende all'infinito ma solo si diffonde per un determinato spazio. Questa sfera d'azione pone il termine all'atmosfera di ogni pianeta, sicché se due pianeti «siano fra loro per tanto spazio lontani, che la sfera della potenza magnetica dell'uno non confini colla sfera dell'altro, questo tratto intermedio, o sarà vôto, o sparso per avventura di fuoco, di luce, o d'etere, o d'altro mezzo piú tenue, ed un corpo quivi collocato non avrà inclinazione al moto, ma tratterrassi immobile. Se le sfere magnetiche di due pianeti saranno confinanti, allora io considero fra l'un pianeta, e l'altro una linea immaginaria, la quale io chiamerò comune distanza, e secondo che un corpo sarà collocato di

qua, o di là da cotal linea, entrerà nella sfera dell'un pianeta, o dell'altro, e sí venendone attratto, in questo, o in quello anderà a cadere».

Il punto piú strano di questa teoria è quel tratto intermedio tra la sfera d'azione dei due pianeti in cui i corpi rimarrebbero immobili, ma è anche strano che la forza magnetica supposta dal Magalotti non varii al variare della distanza o per lo meno non si sa se varii. A quanto sembra poi il Magalotti ritiene che l'attrazione della terra e quella della calamita abbiano la stessa natura, e allora non si capisce perché la calamita non attragga, meglio del ferro, per esempio il piombo o il mercurio.

L'oggetto della lettera sono però i movimenti della luce e del fuoco, non l'attrazione. L'autore sostiene che si possono intendere quei movimenti senz'attribuire al fuoco e alla luce un'interna in-

clinazione al moto, come credeva il padre Antonio Lanci, e fondandosi invece sul principio dell'estrusione o scacciamento scambievole degli elementi, cioè che ogni corpo scacci quelli più leggeri. La luce insomma si muove perché galleggia su tutti i corpi. Se in un recipiente facciamo il vuoto, essa dovrebbe dunque andare al fondo del recipiente; se due corpi celesti non hanno le atmosfere magnetiche confinanti, la luce dovrebbe fermarsi al limite dell'atmosfera del corpo da cui proviene. Queste due conseguenze sono mie, ma fino a un certo punto: il Magalotti le accetterebbe senza esitare. «Quel fuoco tutto – egli dice – che presentemente si trova nell'atmosfera della Terra, di Giove, di Venere, ecc. e sembra, ch'ei vada all'insù, chi gli togliesse di sotto la terra, l'aria, e l'acqua, piomberebbe di subito, e si spargerebbe intorno al tesoro della virtù magnetica, il

quale per avventura nel centro di ciascun pianeta risiede, e quello ammantando di placide, e quiete fiamme, chi sa quel, ch'e' si faria, se una piccola stelluzza somigliante alle fisse, o al nostro Sole, ecc.».

Il fuoco «non è altrimenti d'umore d'andare vagando»; «anche a lui piacerebbe la quiete» se gli fosse permessa. Purtroppo gli altri elementi non lo lasciano vivere, «ma tutti, qualunque volta l'incontrano, gli sono addosso per iscacciarlo, essendo gli altri tutti di lui più gagliardamente tirati». Durante l'inverno le vivande appena levate dal fuoco si freddano perché «il densissimo aere con maggior furia il povero fuoco ne caccia». Se intorno al sole e ai fuochi non ci fosse l'aria essi forse non risplenderebbero agli occhi nostri. È l'aria che piombando sul fuoco lo fila in raggi finissimi e lo diffonde e perciò si potrebbe chia-

mare trafila del fuoco. Insomma, tutto si spiega ammettendo unicamente che il fuoco sia piú leggero degli altri corpi e in particolare dell'aria. Ogni altro concetto, compreso quello di temperatura, è superfluo.

Una vera cicalata è la lettera a Carlo Dati intitolata *Sopra il detto del Galileo: il vino è un composto di umore e di luce*.

L'autore confessa di avere piú volte fantasticato per arrivare a intendere il significato di quella frase. Dopo lunga meditazione riuscí finalmente a risolvere il problema. Secondo lui i liquidi sono tutti composti di umore e di luce, ma il vino avrebbe la massima quantità di luce. Perché non l'abbia invece l'acqua, o il latte, non lo dice; e forse se qualcuno glielo avesse domandato avrebbe trovato l'obiezione di cattivo gusto. Il problema consiste soltanto nel determinare perché il vino con-

tenga piú luce degli altri liquidi. Il Magalotti sostiene (gratuitamente, s'intende) che i pori dell'uva sian fatti in modo che un raggio di luce possa andarci dentro ma non uscirne. L'estremo del raggio che penetra nel poro, o raggio sepolto, vi si regge «in figura di un serpentello di luce»; ma per effetto del moto apparente del sole il raggio esterno si schianta da quello sepolto, il quale «perde in un subito la figura di raggio, e si spolvera dentro all'uva», cioè si riduce in polvere. Potrebbe tuttavia accadere che «poiché il raggio sepolto, e il raggio esterno si sono distaccati d'insieme, quello non si spolverasse altramente, ma rimanesse nella sua figura di serpentello acceso, e lucido; e ciò avverrebbe» ...se volete proprio saperlo andate a leggere, ma credo ne abbiate abbastanza. I raggi che sono entrati per primi nell'uva – continua il Magalotti – s'intormentiscono e anneghitti-

scono e non vengono fuori facilmente, anche se ne vien dato loro il modo. I raggi che sono andati dentro verso la metà dell'estate appena, al momento della pigiatura «scattano di subito con tutta la loro forza, e fuggonsi; quindi il mosto suo calore concepe, quindi il bollore, la rarefazione, ed il fumo». Invece le serpette di luce dei primi tempi «placide e mansuete vanno guizzando per entro il vino, e solamente allorch'è si bee, fanno si sentire alla lingua, e al palato colle graziose punture de' loro tanti angoli, e serpeggiamenti».

Qualcuno potrà dire a questo punto: Concediamo pure che in questi scritti e in altri Lorenzo Magalotti sia nient'altro che un letterato o addirittura un cicalone del Seicento; non si può però negare che egli sia uno scienziato di grande valore, se non altro per la lettera a Ottavio Falconieri sul veleno della vipera e per il libro dei *Saggi*.

Ebbene, la lettera al Falconieri è un gioiello. Essa contiene tutte, si può dire, le osservazioni intorno alle vipere del Redi. I *Saggi di naturali esperienze* sono un modello di prosa scientifica e un bel libro di fisica sperimentale, che si legge ancora e si leggerà sempre con interesse. Ma il Magalotti, in questi scritti, non ha messo di suo che la forma. Per i *Saggi* lo riconosce esplicitamente il più informato specialista del Magalotti, Stefano Fermi; per la lettera sul veleno della vipera lo dice l'autore stesso. D'altra parte, negando che Magalotti sia uno scienziato io non intendo negare le sue benemeritenze nei riguardi della scienza. Anzi dico che queste benemeritenze sono più grandi di quanto si crede.

Lorenzo Magalotti non era solo un «filosofo morbido», un elegante curioso di tutto e annoiato di tutto, un letterato in parrucca: era anche un ar-

tista. La sua parentesi filippina; quei versetti, assurdi in un cortigiano: «Ch'alla fine – son vicine – o tutt'uno, e gabbia e corte»; quel non voler publicar nulla dimostrano che egli era assai piú serio e piú intelligente dei suoi troppi ammiratori.

Era un fine scrittore di storiette, di aneddoti, di parabole e di favole poetiche, che purtroppo sciupò e dissipò le sue eccellenti qualità naturali.

Al libro dei *Saggi* egli era molto attaccato e aveva ragione. Nel famoso volume non solo riuscí a esporre con chiarezza e con proprietà di linguaggio molte esperienze dell'Accademia del Cimento (purtroppo ne trascurò alcune delle piú importanti ma la colpa è di tutta l'Accademia), non solo fece opera di alta divulgazione scientifica: ma seppe vedere e seppe esprimersi da artista, come nelle pagine sull'unicorno.

Che c'è di piú noioso della descrizione di un apparecchio? Eppure Magalotti, quando descrive i termometri o l'igrometro dell'Accademia del Cimento, interessa e diverte, perché sa presentarci gli apparecchi quasi come esseri viventi. Felicissimo è il *Racconto degli accidenti varii di diversi animali messi nel vòto*. L'autore si è divertito, si è interessato, s'è commosso davanti agli effetti diversi che la mancanza d'aria produce su mignatte, grilli, farfalle, mosconi, lucertole, uccelli, granchi, ranocchi, pesci, anguille; ed è riuscito a esprimersi da artista. Qui e altrove Lorenzo Magalotti è assai di piú di un modesto scienziato come tanti altri del suo tempo: è un fine artista della scienza.

LUIGI GALVANI*

È giusto ed è bello che gli scienziati di tutto il mondo siano accorsi a Bologna per onorare Galvani, come dieci anni fa accorsero al congresso di Como in onore di Volta. Difficilmente si può trovare una figura piú mite, piú serena, piú modesta e piú avvincente di Luigi Galvani, che è insieme un grande scienziato e una grande coscienza morale.

Forse nessuno degli scienziati del Settecento dimostra meglio di lui che l'illuminismo è lo sviluppo del pensiero galileiano e quindi, nel campo scientifico che gli è proprio, è una conquista inalienabile. Come Galileo, è infermiccio e nello

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 19 ottobre 1937.

stesso tempo instancabile nelle esperienze e nella meditazione scientifica; e muore anche lui in disparte, quasi in miseria. Tutta la sua vita è un atto di fede nella verità, in cui non c'è posto per interessi mondani.

Non è tutto nella sua grande scoperta. Anche come anatomico e come fisiologo merita molta considerazione.

Tra i lavori di anatomia è importante quello sui reni dei polli, in cui, un secolo prima di Hoppe-Seyler e Zaleski, ideò la legatura degli ureteri. Egli approfondì l'anatomia e la fisiologia del naso. I suoi studi più noti in quest'ordine d'idee sono quelli sull'orecchio degli uccelli, in cui fece varie scoperte che in gran parte furono poi rifatte e pubblicate da Antonio Scarpa. Ne seguì tra i suoi ammiratori e quelli dello Scarpa una vivace polemica, alla quale egli si mantenne estraneo, limi-

tandosi a pubblicare ciò che era sfuggito allo Scarpa. Più che la gloria o, peggio, la vanagloria, al Galvani interessava la verità. Per lui lo Scarpa era uno che aveva confermato alcune sue ricerche e quindi gli aveva fatto piacere, non uno che gli avesse rubato qualcosa.

* * *

La sua gloria è l'esperienza della rana, che suscitò nel mondo scientifico un'impressione che si può paragonare a quella prodotta dalla scoperta dei satelliti di Giove. Non senza ragione Emilio Du Bois-Reymond, che è il più illustre studioso di elettricità animale, disse che il Commentario di Galvani: *De viribus electricitatis in motu musculari*, determinò nel campo dei fisici, dei fisiologi e dei medici, un'agitazione che si può paragonare

soltanto a quella prodotta nel mondo politico dalla rivoluzione francese.

L'esperienza della rana è dovuta al caso; ma se ci limitiamo a quest'affermazione, il suo vero carattere ci sfugge. Bisogna aggiungere che nessuno meritava di farla più di Galvani, anzi nessuno poteva farla. Il Commentario fu pubblicato nel 1791, ma fin dall'estate del 1780 Galvani aveva studiato le contrazioni muscolari prodotte, nelle rane preparate alla sua maniera, dall'elettricità che egli chiamava artificiale, cioè quella della macchina elettrica e dell'elettroforo. Si trattava di un fenomeno di contraccolpo che non presenta difficoltà a chi conosce la teoria dell'influenza elettrostatica. La rana, che era sospesa a un uncino metallico messo a terra, quando agiva la macchina elettrica si caricava per influenza. Ad ogni scintilla la carica d'influenza andava a terra

e la rana subiva la scossa. Galvani, non potendo comprendere bene il fenomeno, moltiplica le esperienze. Così volle vedere se gli effetti ottenuti con la macchina elettrica si ottenevano con l'elettricità atmosferica e li ottenne ripetute volte, esponendosi al pericolo di rimanere fulminato. Il «caso», cioè l'esperienza di Galvani, avvenne al principio del settembre 1786, cioè dopo sei anni di lavoro. La rana aveva il midollo spinale perforato da un uncino di ferro. Galvani l'appoggiò orizzontalmente sul parapetto, anch'esso di ferro, della ringhiera del terrazzino dove soleva fare le esperienze, appoggiando sul parapetto anche l'uncino. La rana subì le contrazioni tetaniche. È interessante notare che tanto l'uncino che la ringhiera erano di ferro e non di due metalli differenti. In seguito Galvani si accorse che, quando i metalli erano differenti, l'esperienza riusciva mol-

to meglio. È lui dunque (occorre ripeterlo perché molti l'hanno dimenticato) che scoprì la circostanza che doveva condurre Volta così lontano.

* * *

Come si sa, Galvani spiegò la sua esperienza con l'ipotesi dell'elettricità animale e non credette mai all'elettricità di contatto, anzi su questo punto polemizzò a lungo con Volta. È vero però che quando Galvani morì (4 dicembre 1798), Volta non aveva ancora inventato la pila.

Che l'ipotesi dell'elettricità animale non fosse sballata ora è evidente, perché l'elettricità animale esiste, come risulta dalle esperienze di Matteucci, di Du Bois-Reymond e di tanti altri. Anche Volta, letto il Commentario, accettò in primo tempo la spiegazione che della sua «stupenda esperienza» aveva dato Galvani. Nella prima memoria

sull'elettricità animale (5 maggio 1792) egli scriveva: «L'esistenza di una vera e propria *Elettricità animale*, vale a dire che eccitarsi di per sé negli organi viventi senza indurvene punto di straniera, cioè di quella già eccitata con qualsiasi artificio in altri corpi; elettricità appartenente a tutti gli animali a sangue freddo, e a sangue caldo; che trae origine dall'organizzazione medesima, e dura e si mantiene anche ne' membri recisi, finché avvi un residuo di forze vitali e il cui gioco ed azione si esercita primieramente tra nervi e muscoli; è ciò che viene provato ad evidenza nella terza parte di quest'Opera con molte esperienze ben combinate, e accuratamente descritte».

Sono espressioni sincere, non frasi di convenienza. L'ipotesi di Galvani era molto seria ed era sostenuta molto efficacemente. Anche oggi gli scritti di Galvani sono vivi, perché il grande scien-

ziato conosce bene i fatti e ragiona benissimo. Pure negando l'ipotesi di Volta, egli non sostiene affatto, come molti dicono, che l'arco scaricatore non abbia importanza. Galvani sa come Volta che gli archi eterogenei sono piú efficaci di quelli omogenei ed è consapevole della complessità della sua esperienza. Non ammette l'elettricità di contatto perché questo concetto non si inquadra bene nell'elettrostatica di allora. Per lui non è ammissibile una differenza di potenziale tra i punti di uno stesso conduttore, omogeneo o eterogeneo che sia, come non è ammissibile che in due vasi comunicanti l'acqua non si disponga alla stessa altezza. Oggi noi, in base alla teoria degli elettroni, non troviamo piú la difficoltà insormontabile, ma bisogna dire che allora nessuno seppe rispondere all'obiezione di Galvani. Non si deve tacere che Volta sosteneva anche lui una teoria in-

completa, perché trascurava il fattore chimico su cui doveva insistere Fabroni con tanto successo.

* * *

Luigi Galvani ha fatto una grande esperienza, dandone una spiegazione che sembrò accettabile ai piú, anzi in primo tempo a tutti. Senza di lui la pila è inconcepibile. Non ci possono essere dubbi. Egli ha meritato l'ammirazione dell'umanità.

IL TACCUINO DI GALVANI*

Il numero piú gustoso del centenario di Galvani è stato senza dubbio il *Taccuino sulle Torpedini* che molti credevano scomparso. Albano Sorbelli, che ha avuto la fortuna di acquistare il prezioso cimelio per la Biblioteca dell'Archiginnasio di Bologna, ha avuto la felice idea di curarne la pubblicazione, che è stata realizzata con grande signorilità dalla casa Zanichelli. Il volumetto, in edizione di cinquecento esemplari numerati, rilegato in tutta pergamena e stampato su ottima carta, contiene la riproduzione in facsimile e la trascrizione dell'autografo galvaniano, una dotta prefazione del Sorbelli ed alcune note filologiche che il Sor-

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 14 gennaio 1938.

belli ed Enrico Benassi hanno tratto in gran parte da quelle del Gherardi e hanno pubblicato per chiarire alcuni punti di dubbia interpretazione. Lo studio del *Taccuino* e i confronti con le altre opere di Galvani e con gli scritti piú recenti di elettrobiologia sono stati lasciati al lettore. È da augurarsi che questi studi che, come dice l'illustre direttore della Biblioteca dell'Archiginnasio, sono tutti del massimo interesse, non restino allo stato di desiderio. Noi non possiamo che limitarci a poche osservazioni.

* * *

Le esperienze del *Taccuino* furono fatte da Galvani a Sinigaglia e a Rimini, nel maggio del 1795. Sono dunque posteriori alla *Nuova memoria sulla elettricità animale* di Alessandro Volta, che è dell'anno precedente e ne è una delle principali

cause occasionali, ma non hanno carattere polemico. Il nome di Volta che sarà fatto con molto garbo nella quinta memoria allo Spallanzani, nel *Taccuino* non figura. In quell'occasione, come sempre, Luigi Galvani si propose (cavallerescamente, religiosamente) la ricerca della verità e nient'altro; e lo stesso fece l'inventore della pila. Nei due nostri grandi ricercatori rivive lo spirito galileiano in una delle forme piú alte.

Alessandro Volta, dopo aver dato, nella prima memoria, le piú brillanti conferme alle idee di Galvani sull'elettricità animale, nella seconda memoria aveva attribuito le contrazioni della rana unicamente alla differenza di potenziale di contatto, tentando perfino di spiegare con azioni meccaniche le contrazioni ottenute da Galvani mettendo direttamente a contatto i nervi e i tendini della rana. Abbagliato dall'effetto Volta, non vedeva

l'effetto Galvani. Naturalmente (è bene non dimenticarlo) egli negava l'elettricità animale comune, cioè quella scoperta da Galvani, non quella dei pesci elettrici, che non era e non poteva essere messa in dubbio; e oggi nessuno lo può giudicare severamente perché, nella massima parte delle esperienze con la rana, le contrazioni erano dovute alla differenza di potenziale di contatto che Volta aveva scoperto e sulla quale aveva edificato la pila.

Ma appunto perché nelle esperienze con la rana l'effetto Volta predomina talmente su quello dell'elettricità animale da potersi dire abbagliante, noi ci sentiamo spinti, più degli stessi contemporanei, ad ammirare l'eccezionale serietà di Galvani, che non si stancò mai d'insistere sulla sua scoperta e che riuscì a difenderla dalle più gravi obiezioni. Non è il caso di meravigliarsi troppo del

mancato riconoscimento della scoperta di Volta perché Galvani morì nel 1798, cioè quando la pila non esisteva ancora. Si potrebbe persino sostenere che, in un certo senso, egli abbia sempre ammesso l'effetto Volta, perché riconosceva che i metalli esaltano l'azione dell'elettricità animale e nel *Taccuino* parla dei «metalli più atti a svegliare l'animale elettricità» e adopera la coppia zinco-argento. Più che negare la scoperta di Volta, a cui è in realtà indifferente, Galvani vuole rivendicare la propria scoperta e ci riesce. E come Volta, per dimostrare la differenza di potenziale dovuta al contatto, abbandonerà le rane, ricorrendo all'elettroscopio condensatore dove l'ipotesi dell'elettricità animale non ha più ragione di essere, così Galvani si mette a studiare le torpedini in cui interviene soltanto l'elettricità animale.

Il *Taccuino* è il diario di queste esperienze. Un diario schiettamente scientifico ma senza la minima traccia di quell'aridità che alcuni attribuiscono alla scienza. Qui lo scienziato è Luigi Galvani, un uomo di grande ingegno e di intensa vita morale. La scienza è l'espressione più compiuta e più profonda della sua personalità. Il *Taccuino* è un giornale intimo. Galvani ridirà con maggior cura le cose che dice qui, nelle comunicazioni all'Accademia delle Scienze di Bologna e nella quinta memoria allo Spallanzani, ma il *Taccuino* ha un fascino particolare. Non è un quadro ma è il primo pensiero del quadro; e nonostante certe trascuratezze e certe oscurità, ha la freschezza e la fragranza dei disegni dei grandi maestri.

Le esperienze del *Taccuino* sembrano puramente qualitative ma, se si guarda bene, non è così. La mentalità di Galvani è piú affine a quella di Volta di quanto comunemente non si creda; e come in Volta ci sono le formule matematiche anche se non si vedono scritte materialmente, così nelle pagine del *Taccuino* ci sono vere e proprie misure da grande sperimentatore. Valendosi di quel sensibile elettrometro (o galvanometro) che è la rana preparata alla sua maniera, Galvani riesce ad approfondire, come nessuno aveva saputo fare prima di lui, le proprietà elettriche della torpedine, anticipando scoperte di elettricità animale che saranno poi estese e sviluppate da Matteucci e Du Bois-Reymond. Così egli si accorge che applicando i nervi tagliati di una rana preparata al dorso di una torpedine, si ottengono le contrazioni ad ogni scossa e che si possono

ottenere convulsioni gagliarde, frequentissime anche senza scossa sensibile. Mettendo delle rane preparate a contatto dei lembi della torpedine si sono avute le convulsioni «tanto toccando le torpedini che no, tanto eccitata la scossa che no»; e varie rane preparate, poste in vari luoghi della torpedine, «si movevano, quand'una, quando l'altra, e tutte anche in un tempo». Da queste ed altre esperienze Galvani conclude che o varie piccole correnti elettriche circolano in ogni direzione nel corpo della torpedine, o una sola corrente investe tutto l'animale, specialmente negli organi elettrici, e oltrepassa anche i confini della torpedine stessa. Oggi diremmo che, secondo Galvani, ogni punto della superficie della torpedine abbia un potenziale proprio.

Galvani osservò che, se si toglie il cuore alla torpedine, continuano le contrazioni delle rane

preparate, cioè «l'esistenza, l'azione e il circolo della elettricità della torpedine»; mentre togliendole la testa, cessa ogni contrazione delle rane: e così estraendo dal cranio il cervello. E poiché anche gli organi elettrici divengono inattivi se sono separati dal cervello, egli conclude che il fabbricatore e raccoglitore della elettricità della torpedine è il cervello.

* * *

Occorrerebbe trascrivere tutto il *Taccuino* per dare un'idea adeguata di tutte le osservazioni di elettrobiologia, di anatomia e di fisiologia che vi fa Galvani; e non è certo che basterebbe, perché il grande scienziato, scrivendo per se stesso, procede per accenni. Nel *Taccuino*, Luigi Galvani è nel suo regno e si muove con sicurezza ed eleganza, come Volta nel campo della fisica.

IL SEGRETO DI VOLTA*

Di Volta ci sono molti ritratti, che si possono vedere nell'Edizione nazionale delle Opere, ma nessuno è proprio bello. Sono ritratti di quell'Ottocento piú pedestre di cui si è detto giustamente tanto male: cattive fotografie. Forse il migliore è quello del Garavaglia, ma è molto inespressivo. Volta andrebbe raffigurato con quella luce negli occhi, con quella calma gioia piena di conseguenze che ebbe nel momento in cui le foglioline dell'elettroscopio condensatore lentamente si aprirono. Nessuno era presente al grande avvenimento e nemmeno l'Autore, che fu tanto eloquente sull'elettricità di contatto, sentí il bisogno di farci la piú piccola rivelazione su quell'eccelso

* Pubblicato in «Pirelli», luglio 1949, p 48 sgg.

momento. Eppure lì c'è tutto Volta. In quel punto tutta l'attività scientifica anteriore, tutte le lunghe, sottili ricerche sull'elettroforo, sul condensatore e sull'elettroscopio condensatore, s'illuminano e si trasfigurano genialmente, diventando lo strumento infallibile della grande scoperta.

Volta aveva tutto pubblicato e i suoi scritti erano stati ben letti e apprezzati da tutto il mondo scientifico. Galvani li doveva conoscere e, se non li aveva letti fin da principio, li lesse certamente quando entrò in polemica col suo grande competitore; l'olandese Van Marum, amicissimo di Volta, si direbbe che li conoscesse meglio di Volta. Come mai allora né Galvani né Van Marum accettarono subito, con entusiasmo, l'ipotesi del contatto e tanti fisici distinti continuarono a parlare di elettricità galvanica anche dopo l'invenzione della pila? La verità è che solo Alessandro

Volta aveva compreso se stesso, solo lui era degno della grande invenzione. Tutte le ricerche di elettrostatica che Volta aveva fatto fino allora erano la preparazione alla pila. Si direbbe che Volta avesse uno scopo che dovesse conseguire quasi per una fatalità: la pila.

Quando Galvani fa conoscere, col *Commentario*, la sua esperienza, Volta partecipa ingenuamente, generosamente all'entusiasmo generale. Egli ripete la «stupenda esperienza» quasi da artista, per gustarla in tutti i particolari, ma non si stanca di ripetere che Galvani ha ragione, che ormai non si può in nessun modo dubitare dell'esistenza dell'elettricità animale. Ed ecco una circostanza a cui nessuno dà il suo vero valore e che fisici illustri non riusciranno a capire nemmeno un secolo dopo: le contrazioni della rana sono più vivaci quanto più le estremità dell'arco sono diffe-

renti. Se la rana fosse un condensatore carico e l'arco avesse la funzione passiva di metterne in comunicazione le armature, le contrazioni dovrebbero essere ugualmente vivaci tanto con un arco di un solo metallo che con uno di due. La differenza non si può spiegare che attribuendo le contrazioni all'arco. La rana è un puro rivelatore: si commuove perché è sottoposta alla differenza di potenziale che deve esistere quando due metalli differenti si mettono a contatto. L'ipotesi, che oggi può sembrare naturalissima, è delle più audaci perché sembra in aperta contraddizione con tutta l'elettrostatica. Sembrerebbe che una differenza di potenziale tra due metalli in contatto, anche ammettendo che in un certo istante potesse stabilirsi, dovrebbe immediatamente dissiparsi: dovrebbe determinare senz'altro l'equilibrio, come avviene appunto nelle ordinarie esperienze di

elettrostatica. Volta però è un fisico e sa benissimo che questi ragionamenti puramente qualitativi non hanno valore scientifico, e tenta la prova decisiva. Senza dubbio, se Volta avesse avuto un elettroscopio condensatore come tanti ce ne sono nelle nostre scuole, cioè insensibile, o se l'effetto Volta fosse stato di entità notevolmente minore in modo da esser sensibile per la rana ma non per l'elettroscopio, difficilmente Volta sarebbe riuscito (non lo escludo però, intendiamoci, perché Volta, quando ebbe la grande intuizione, non era certo un uomo comune, e c'è da supporre che avrebbe girato in altro modo l'ostacolo). Fatto sta che l'elettroscopio condensatore di Volta funzionava ottimamente, assai meglio dei migliori di oggi (parlo, s'intende, di elettroscopi e non di elettrometri a quadranti) e l'esperienza riuscì. Nessuno sa (lo ripeto) che cosa sia avvenuto in

quel momento nell'animo, nel pensiero di Volta, ma credo che anche voi sentiate il bisogno che sento io di forzare il segreto. Volta prende una coppia rame-zinco. Essendo i piatti dell'elettroscopio condensatore di ottone, dal punto di vista del contatto è come se fossero di rame. Per mettere in evidenza l'ipotetica elettricità di contatto, non c'è che un mezzo: tenere in mano lo zinco della coppia, mettere a terra uno dei piatti del condensatore e toccare l'altro col rame. Se l'ipotesi risponde alla realtà e non sorgono complicazioni (su questo non si può dir nulla a priori), il condensatore si dev'essere caricato. Non resta che prendere il piatto superiore per il manico isolante e sollevarlo. Lascio immaginare a voi se in quel momento il viso di Volta era pallido e se il suo cuore batteva forte. Credo che anche voi siate convinti che egli sollevò il piatto, lentissima-

mente, in uno stato di angoscia e insieme di speranza, come il giocatore che «succhia» la carta al macao. Le foglie si aprirono, come per magia. Vi assicuro che io invidio Volta per quel momento faustiano e non tanto per la pila, che è una conseguenza (molto importante e che richiedeva anch'essa una vera genialità: un fisico che non avesse avuto la levatura di Volta forse si sarebbe irretito nella seconda esperienza e Volta andò invece avanti senza esitare).

Alcuni si sono meravigliati leggendo gli interminabili ragionamenti di Volta sul principio del contatto e sulla funzione del conduttore umido. Hanno torto. Volta non si stancò mai di ragionare sul suo caso perché in realtà qualcosa di oscuro, nonostante tutto, rimaneva ancora. Il conduttore umido non era soltanto passivo: esso forniva l'energia chimica, che è indispensabile al funzio-

namento della pila, se non si vuole incorrere nell'assurdità del moto perpetuo. Volta non riuscì a vedere chiaramente questo punto, che si chiarì davvero molto più tardi. Egli però diede tutti gli elementi necessari alla teoria della pila, formulando, insieme al principio del contatto, la legge dei metalli intermediari; e fu l'unico a spingersi tanto lontano e con tanta sicurezza. L'ammirazione che ebbero per lui i contemporanei ci appare per questo, anche oggi, dopo tanti progressi, più che giustificata.

SADI CARNOT

E IL PRINCIPIO DELL'EQUIVALENZA*

Il centenario di Sadi Carnot andrebbe commemorato con uno studio esauriente di tutta l'opera del grandissimo fisico. Poiché nei pochi minuti che mi sono concessi questo è manifestamente impossibile, mi limiterò a richiamare l'attenzione del Congresso sulla parte avuta da Sadi Carnot nella formulazione del primo principio della termodinamica.

Che al Carnot spetti una specie di priorità morale nei riguardi del principio dell'equivalenza, non si discute. Tutti riconoscono che, nei mano-

* Pubblicato negli «Atti della Società italiana per il progresso delle scienze», XXII riunione (1932), vol. II, p. 201 sgg.

scritti postumi, Sadi Carnot arrivò non solo al principio dell'equivalenza ma a quello della conservazione dell'energia e che trovò per l'equivalente meccanico della caloria un valore lievemente più esatto di quello trovato da Roberto Mayer nel 1842, cioè dieci anni dopo la morte del Carnot. La priorità, diciamo così, giuridica, che è poi quella che conta, viene però attribuita a Mayer perché questi arrivò al principio dell'equivalenza indipendentemente dal Carnot e pubblicò la scoperta prima che i manoscritti del Carnot fossero divulgati. Implicitamente si viene così ad ammettere che nell'immortale trattato di Sadi Carnot: *Réflexions sur la puissance motrice du feu*, pubblicato, com'è noto, nel 1824, non vi sia nessun accenno al principio dell'equivalenza: e questo è falso. Sadi Carnot infatti, dopo aver stabilito che dovunque ci sia una differenza di temperatura ci

può essere produzione di potenza motrice o, come diciamo oggi, di lavoro meccanico e che reciprocamente è sempre possibile produrre una differenza di temperatura a spese di lavoro meccanico, considera due corpi a temperatura costante: A, a temperatura più alta (caldaia); B, a temperatura più bassa (refrigerante), e dice che se si vuole produrre del lavoro meccanico mediante il trasporto di una certa quantità di calore dal corpo A al corpo B, si potrà procedere in questo modo:

Produce, a spese del calore della caldaia, del vapore alla temperatura della caldaia stessa;

Espandere il vapore fino a che la sua temperatura diventi uguale a quella del refrigerante;

Condensare il vapore mettendolo a contatto con B ed esercitando su di esso una pressione costante finché sia interamente liquefatto.

Carnot osserva che si potrebbe invece ottenere il vapore a spese del calore del refrigerante e alla temperatura del refrigerante stesso; comprimerlo finché non assuma la temperatura di A e infine metterlo a contatto di A e comprimerlo fino a liquefarlo del tutto.

«Con le prime operazioni – egli continua – avevamo nello stesso tempo produzione di lavoro meccanico e trasporto di calore dal corpo A al corpo B; con le operazioni inverse si ha nello stesso tempo spesa di lavoro e ritorno di calore da B ad A. Ma se in tutti e due i casi si è operato con la stessa quantità di vapore e non si sono avute perdite né di lavoro né di calore, la quantità di lavoro prodotto nel primo caso sarà uguale a quella spesa nel secondo e la quantità di calore passata, nel primo caso, da A a B sarà uguale a quella che ripassa, nel secondo, da B ad A, sic-

ché si potrebbero fare alternativamente un numero indefinito di operazioni di questo genere senza produzione di lavoro e senza passaggio di calore da un corpo all'altro» (p. 11, ristampa del 1878).

Siamo evidentemente davanti ad un'anticipazione del principio della conservazione dell'energia che Carnot formulerà rigorosamente quando avrà abbandonato l'ipotesi del calorico alla quale nel trattato aderisce ancora ma senza entusiasmo.

Che questa mia affermazione non sia arbitraria si vede subito continuando a leggere. Carnot aggiunge infatti che se con la prima serie di operazioni si potesse produrre una quantità di lavoro maggiore di quella ammessa, noi potremmo ritornare alle condizioni iniziali con una parte soltanto del lavoro prodotto, e poiché potremmo ripercorrere il ciclo a piacere, si otterrebbe non solo il

moto perpetuo ma una creazione indefinita di lavoro senza spesa. Carnot afferma che questa creazione, del tutto contraria alla scienza acquisita, è assolutamente inammissibile e conclude formulando il suo celebre teorema di cui dà più oltre una dimostrazione più completa, considerando non più vapore acqueo ma aria e facendo uso del suo ciclo.

È interessante osservare che Carnot afferma l'impossibilità del movimento perpetuo non solo per i fenomeni meccanici come si era fatto fino allora ma anche per quelli termici ed elettrici e per tutti gli altri: e ciò perché tutti i tentativi fatti per ottenere con qualsiasi mezzo il moto perpetuo erano falliti. Egli nota acutamente che nemmeno la pila di Volta può essere considerata come una prova del moto perpetuo perché essa non può dare corrente per un certo tempo senza

deteriorarsi: e conclude affermando che per moto perpetuo non si deve intendere il movimento senza fine per inerzia ma l'azione di qualunque apparecchio capace di creare energia in quantità illimitata e perciò di mettere in movimento, con energia sempre crescente, l'universo intero.

Bastano questi pochi cenni per persuadersi che nei manoscritti postumi Carnot non fece che precisare e sviluppare le idee del trattato, anche nei riguardi del principio dell'equivalenza, e che Mayer continuò anche lui, con minore genialità, la grande opera del fisico francese. Il principio dell'equivalenza non va dunque denominato, come si fa comunemente, principio di Mayer ma principio di Carnot e Mayer.

GLORIA DI PACINOTTI*

Negli ultimi anni della sua vita, a quanto dicono, Antonio Pacinotti cominciava la lezione puntualmente, ma, passata l'ora, continuava a parlare con la sua famosa lentezza, come se non dovesse finir piú. Gli allievi, approfittando dei momenti in cui il Maestro scriveva una formola o disegnava un apparecchio, se la squagliavano a piccoli gruppi. Quando Pacinotti si accorgeva di esser rimasto solo, senza scomporsi andava via anche lui.

Un giorno gli studenti, per vedere che cosa succedeva, presero la strana risoluzione di rimanere fermi ad ogni costo. Pacinotti, davanti

* Pubblicato in «Omnibus», 6 agosto 1938, p. 6.

all'aula rigurgitante e silenziosa, divenne più eloquente, più entusiasta del solito; e chi sa quando si sarebbe fermato se qualcuno non bisbigliava un «si salvi chi può!». Allora tirò fuori di scatto l'orologio e, vedendo che era già mezzogiorno (eran passate, a quanto sembra, due ore), aprendo le braccia per significare che l'aveva fatta grossa, disse lentamente: «Ebbene? Andiamo a desinare».

Naturalmente io non c'ero e non vi garantisco tutti i particolari. Può darsi che, senza volerlo, abbia anch'io un po' ricamato. La storiella però esprime bene il carattere del «gigante fanciullo», il suo amore per la scuola e per la scienza e il piacere di vivere tra i giovani. È assurdo vederci, come qualcuno ha fatto, un indizio di decadenza. In Pacinotti non ci fu decadenza. Egli rimase giovane fino alla morte. La sua fisionomia aperta e

intelligente divenne con gli anni sempre piú spirituale.

Non è nemmeno vero che la dinamo sia stata come lo straordinario accidente di una vita borghese. La dinamo è senza dubbio il suo capolavoro, la sua gloria, ma è stata anche un po' la sua disdetta; e non solo per il furto di Gramme. La dinamo oscurò tutti gli altri suoi lavori, alcuni dei quali sono assai belli. Giudicando col criterio dell'albero che si conosce dai frutti, si possono commettere gravi errori. Il capolavoro di Edison diverrebbe così la scoperta dell'effetto termoelettrico, che egli fece per caso e a cui non diede importanza.

Quando Pacinotti inventò la dinamo era un ragazzo. Si potrebbe dunque pensare, e molti lo credono, che l'invenzione sia un colpo di fulmine geniale: avremmo l'analogo scientifico-tecnico

del caso Rimbaud. Invece è il frutto di una lunga serie di pensieri e di perfezionamenti.

Nell'Università di Pisa, dove Pacinotti studiava, c'erano allora maestri insigni come Betti, Mossotti e Felici. Non cito Carlo Matteucci perché in quel periodo aveva lasciato la scienza per la politica. La cattedra di fisica tecnica era occupata da Luigi Pacinotti, padre di Antonio. Questi scienziati esercitarono tutti grande influenza sul nostro Pacinotti e in particolare Riccardo Felici e il padre. Pacinotti lesse anche avidamente il trattato di fisica del De La Rive.

Luigi Pacinotti non amava la scienza astratta e aveva anche inventato una macchina magneto-elettrica, di poca importanza, come tante altre che allora s'inventavano dappertutto. Nella sua *Introduzione alla Fisica tecnologica e alla Meccanica sperimentale* (1845) egli scrive: «Diciamolo

pur francamente, non sono i meccanici scienziati, né gli scienziati meccanici; vi è bisogno di avvicinare l'arte alla scienza specialmente fra noi, e questo è lo scopo che ci dobbiamo proporre».

Con l'invenzione della dinamo, con le ricerche sull'utilizzazione del calore solare, con gli scritti di agraria, Antonio Pacinotti dimostrò di aver capito profondamente queste parole del padre. Egli però rimase sempre uno scienziato.

I suoi due primi quadernetti scientifici s'intitolano *Sogni*, ma non bisogna credere che trattino di scienza romanzata o che abbiano un qualsiasi carattere letterario. «Sogni – luglio 1858. – Sul magnetismo terrestre. – Supponiamo di avere nel piano del meridiano magnetico un circolo che possa girare sul suo centro e che due cilindri di legno...». I quaderni sono tutt'e due su questo tono. «Ero giovane allora ed entusiasta», spiegò

piú tardi Pacinotti, e sognavo...». Eran progetti di esperienze talmente seri che non ci si può trovar nulla da ridire; ma Pacinotti vi si abbandonava con disinteresse e con gioia, come a sogni. Per lui non erano che sogni.

Leggendo il primo quaderno si vede come Pacinotti arrivò alla dinamo.

Egli aveva ideato un apparecchio che doveva servire a misurare le correnti elettriche, indipendentemente dal campo magnetico terrestre. Costruito l'apparecchio, si accorse subito che non poteva servire allo scopo ma che poteva essere il punto di partenza per la costruzione di una macchina elettromagnetica. Ebbe così la prima idea della dinamo. Mi dispiace che l'indole di questo giornale non consenta di riportare la figurina e la relativa descrizione. Il dispositivo è così semplice che anche oggi i professori di fisica se ne servo-

no. Si tratta di una spirale piegata a cerchio. Agli estremi di un suo diametro si appoggiano due mollette che si mettono in comunicazione coi poli di una pila conveniente. Se la spirale è messa in un campo magnetico abbastanza intenso, essa ruota: è un motore Pacinotti.

Occorre sottolineare una circostanza su cui né Pacinotti né altri richiameranno in seguito l'attenzione. Il campo magnetico è qui creato con due calamite a ferro di cavallo e quindi la macchinetta è a quattro poli magnetici.

Sempre nel primo quadernetto dei *Sogni*, Pacinotti dice che, se invece di mandare nell'anello una corrente, lo facciamo rotare «a forza dinanzi a due calamite o permanenti o temporarie si avrà una corrente indotta continuamente nello stesso senso». L'apparecchio è dunque, come si dice, reversibile: è, insieme motore e dinamo.

Queste parole sono della fine del 1858. Poiché Pacinotti era nato il 17 giugno 1841, aveva diciassette anni e mezzo e aveva capito la dinamo con una lucidità che suscita ancora la nostra meraviglia.

Pacinotti continua dicendo che, invece di adoperare una spirale, se ne potrebbero adoperare parecchie sovrapposte, e spiega come si potrebbe fare. Ma invece di insistere nei progetti, crede opportuno di passare alle esperienze e costruisce una macchinetta nella sua forma più semplice. Sotto la data del 10 e del 12 gennaio 1859, registra nel primo quaderno i risultati di diverse esperienze che son tutte d'accordo con quanto aveva previsto.

Si mette allora a costruire una macchina più grande. Appena iniziata la costruzione gli viene l'idea del commutatore. La macchina è così vir-

tualmente compiuta. Il lavoro viene però interrotto dalla guerra, alla quale egli prende parte come sergente volontario nella seconda compagnia della divisione toscana del genio militare.

Durante la guerra Pacinotti ebbe l'idea dell'ultimo perfezionamento della sua macchina. Qualcuno anzi, molti anni dopo, disse che era stato in una notte di luna mentre combatteva. Pacinotti dichiarò che non aveva mai combattuto, e ciò gli faceva piacere perché era sicuro di non aver mai ucciso nessuno. Non aveva combattuto, perché faceva parte del quinto corpo d'armata, che fu detto la quinta ruota del carro, essendo rimasto sempre di riserva. A Goito, una sera, mentre era seduto sopra un ciglio vicino ai fasci di fucili, pensò per la prima volta al modo d'intensificare l'azione delle calamite o elettrocalamite fisse (riduzione al minimo dell'intraferro mediante denti

sull'anello). Doveva essere il 5 o 6 luglio. Pacinotti ricordava benissimo che quella sera c'era stato un po' di trambusto, tanto che si era pensato a un'infiltrazione nemica. Era invece la bella vivandiera che correva strillando per sfuggire a un assalto. Come si vede, la dinamo fu compiuta in una serata allegra.

Congedatosi, tornò a Pisa e, dopo superati alcuni esami universitari, valendosi di Giuseppe Poggiali, meccanico dell'Istituto di fisica tecnica, costruì la prima macchinetta. Nel quadernetto del 1858 scrisse allora questo poscritto: «1860, aprile. La macchina elettromagnetica, della quale le prime idee si trovano qui sopra registrate, è stata da me costruita in piccolo modellino. Questa macchina ha una sola elettrocalamita fissa; agisce bene assai come macchina magneto-elettri-

ca, giacché dà una corrente continua sempre in un senso, e molto intensa».

È significativa la frase del piccolo modellino. Evidentemente, Pacinotti pensava che la macchina andasse costruita in grande modello.

Con la stessa macchinetta Pacinotti fece molte esperienze e nel settembre (1860), mentre si trovava con la famiglia in villeggiatura, scrisse una memoria intitolata: «Elettrocalamite trasversali. Applicazione di questo nuovo sistema di calamite alla costruzione di una macchina elettro-magnetica e magneto-elettrica». Il precedente di questa memoria è il secondo quaderno dei *Sogni*.

La memoria rimase inedita perché Pacinotti voleva continuare le ricerche. Una parte di essa fu pubblicata più tardi, nel *Nuovo Cimento* (fascicolo di giugno 1864, pubblicato il 3 maggio 1865).

Nell'autunno del '60, a Pisa, Pacinotti introdusse un ultimo miglioramento nella macchinetta: vi aggiunse le armature polari e poi le ingrandí.

Il primo luglio del 1861 prese la laurea e divenne assistente del padre. Come si capisce, continuò le ricerche sperimentali con la macchinetta. Ma nel maggio del '62, non si sa bene perché, forse per dissidî col padre, andò a Firenze come aiuto dell'astronomo Giambattista Donati, rimanendovi per poco piú di due anni.

Nel 1864, in seguito a concorso, passò come professore di fisica all'istituto tecnico di Bologna; e allora, per prender data, si decise a pubblicare nel *Nuovo Cimento* la memorietta sulla dinamo. A proposito: si è detto che in questa memorietta Pacinotti si sia espresso in forma sibillina, quasi volesse mantenere il segreto senza perdere il diritto di priorità. A me non pare. Chi legga con at-

tenzione il testo e tenga sott'occhio la tavola ivi riprodotta, si può fare un'idea chiarissima della macchina.

Nel luglio del 1865 Pacinotti, accompagnato dal fratello Giacinto, fece un giro per l'Europa con l'incarico, datogli dal Matteucci, di raccogliere informazioni sul servizio meteorologico. A Parigi, verso il 25 agosto del '65, distribuì varie copie della memorietta del *Nuovo Cimento* ed ebbe il colloquio con Dumoulin in presenza del capo-officina Zenobio Gramme. Anche Jamin ebbe una copia della memorietta e diverse spiegazioni sul disegno e sulle esperienze.

Non possiamo fermarci sulle nuove ricerche e le nuove invenzioni di Antonio Pacinotti, sulla sua nomina all'università di Cagliari (1873) e sul successivo passaggio alla cattedra del padre (fine del 1881), né sui lunghi anni di dolore e d'isola-

mento in seguito alla morte della prima moglie. Poiché ci siamo proposti di occuparci solo della dinamo, ci limiteremo a dire che i suoi meriti furono pienamente riconosciuti. Ebbe onorificenze, nomine accademiche, diplomi di onore, la nomina a senatore (1905), grandiose onoranze (1911). Morì a Pisa, nella stanza dov'era nato, il 25 marzo del 1912.

* * *

Quanto alla dinamo, dato che Pacinotti non aveva preso brevetti, gli si poteva benissimo riconoscere la priorità. Ma Gramme era un industriale deciso a fare i milioni, non un sognatore, e il 22 novembre 1869, quattr'anni e mezzo dopo la pubblicazione di Pacinotti, brevettò la macchina di Pacinotti e altre macchine proprie ma che non funzionano. Il 30 luglio del '70 prese il brevetto, a

nome proprio e di d'Ivernois, anche in Italia! Finalmente il 17 luglio 1871 fece presentare da Jamin all'Accademia delle Scienze di Parigi una nota in cui descriveva come sua la macchina di Pacinotti.

Appena letta la nota di Gramme, Pacinotti rivendicò la sua priorità, scrivendo all'Accademia e a Jamin. Il suo reclamo fu pubblicato nei *Comptes rendus* del 28 agosto 1871. Pacinotti diceva che la macchina di Gramme era stata costruita in base al principio pacinottiano dell'elettrocalamita trasversale, ma non contestava a Gramme il merito di avere esteso quel principio, mettendo intorno all'anello più di due poli magnetici. Forse aveva dimenticato (e, cosa curiosissima, né lui né altri se ne son più ricordati in seguito) che la prima macchinetta era a quattro e non a due poli.

All'incontro con Gramme nell'officina Froment di-

retta da Dumoulin, non accennava nemmeno: e si può indovinare facilmente perché. Dumoulin aveva presentato Gramme col nomignolo di M. Kenelle, che Pacinotti ricordava perché era stato ripetuto, mentre non ricordava più il cognome Gramme. Quando lesse la nota dei *Comptes rendus*, Pacinotti non pensò che Gramme fosse l'antico capo-officina della Casa Froment; e del resto lui desiderava solamente che si riconoscesse la sua priorità a titolo di giustizia e non per ragioni di lucro, tanto più che l'invenzione era di dominio pubblico.

Gramme non rispose a Pacinotti né allora né mai e fece malissimo; ma in una seconda comunicazione (*Comptes rendus*, 2 dicembre 1872) dichiarava che la cosa più notevole della sua invenzione era la possibilità di stabilire un numero qualunque di poli. Pacinotti rispose l'anno dopo

nel *Nuovo Cimento* che poiché Gramme aggiungeva che le macchine da lui costruite avevano soltanto due poli, quella dichiarazione era un implicito riconoscimento della sua priorità. A me pare inverosimile che nel colloquio dell'officina Froment, Pacinotti, parlando dei vari miglioramenti da fare alla macchina, abbia dimenticato l'aumento del numero dei poli e che invece a questo miglioramento abbia pensato il meccanico belga, che nel 1871 aveva ancora idee molto incomplete e confuse sulla dinamo. C'è da credere che Gramme fosse non soltanto un abile uomo d'affari, ma un umorista. Egli si permetteva il lusso di prendere in giro una seconda volta Pacinotti, che sembrava avesse dimenticato tutti i particolari del colloquio parigino.

Nel 1881, in occasione del primo congresso internazionale di elettricità, Pacinotti, per consiglio

dei suoi ammiratori e del ministro dell'Industria e Commercio, mandò a Parigi la macchinetta e altre macchine di sua invenzione. Delegato dell'Italia al congresso era Gilberto Govi, fisico, storico della scienza, patriota, uomo di carattere, il quale svolse un'opera attivissima in favore di Pacinotti. Per opera di Govi. la macchinetta ebbe tanto successo che il nostro ministro dell'Industria e Commercio credette opportuno di fare andare Pacinotti a Parigi. Il 24 settembre 1881, il Govi tenne una conferenza sulla macchinetta in presenza di Pacinotti e di molti elettrotecnici di tutto il mondo. Alla fine della conferenza, Pacinotti mise in azione la macchinetta e fece vedere che essa poteva trasmettere il movimento a un'altra macchina di sua invenzione (la macchina a gomito, 1873), ottenendo un successo memorabile.

Gramme non intervenne alla conferenza e con vari pretesti evitò sempre d'incontrare Pacinotti. Un giorno però, all'Esposizione, Pacinotti vide entrare nello *stand* della Società Gramme un signore dalla barba bianca e riconobbe subito M. Kenelle. Gli andò incontro per salutarlo, ma Gramme, vista la mossa, gli voltò le spalle e si allontanò rapidamente.

Uno di quei giorni, in un omnibus, si alzò dal sedile opposto una donna che era la signora Ortensia Nysten, prima moglie di Gramme, e si presentò dicendogli: «Voi siete l'inventore della dinamo»; e accennò a signori cattivi (i finanziatori di Gramme, forse). Pacinotti: «*Non, non, Madame*», rispose, «*ils ne sont pas des méchants; saluez Monsieur Gramme de ma part*».

Come si vede, Pacinotti sognava ancora. Ma quel Kenelle che fuggiva e non era altro che

Gramme gli dovette far comprendere tante cose e gli dovette far ricordare tutti i particolari dimenticati del colloquio all'officina Froment.

Anche allora però stette zitto e nemmeno nel 1884 parlò.

Un bollettino francese aveva pubblicato, nel 1884, due articoli troppo favorevoli a Gramme e troppo ingiusti nei riguardi di Pacinotti. Il nostro scienziato non fece rivelazioni, ma inviò ai giurati dell'esposizione internazionale d'elettricità in Torino una stroncatura di Gramme che meriterebbe da sola un articolo.

Il 7 ottobre 1905 il professor Eric Gérard, inaugurando a Liegi un monumento a Gramme, accennò a Pacinotti con parole stonatissime, tanto che gli studenti italiani dell'Istituto Montefiore e gli altri italiani che vi erano intervenuti, si ritirarono protestando. Tra l'altro, il Gérard aveva chiesto:

«Come mai Gramme che era così lontano dal mondo scientifico italiano poté aver notizia dei lavori dal professor Pacinotti?».

Allora Pacinotti scrisse la lettera aperta al direttore dell'*Elettricista*, professor Angelo Banti, in cui rispondeva a quella ed altre domande. In quella lettera Pacinotti fece la storia della sua invenzione e dei suoi rapporti con Gramme, senza però nominare Gramme. Il nome fu fatto nelle interviste concesse in occasione delle onoranze del 1911.

La pagina della visita all'officina Froment è bella.

Pacinotti cercava di persuadere Dumoulin a costruire la dinamo in grandi dimensioni e gli spiegava la memorietta. Gli disse che sarebbe convenuto mettere l'asse di rotazione in posizione orizzontale e gli parlò di altre modificazioni utili.

Pacinotti espresse poi il desiderio di visitare l'officina e Dumoulin, acconsentendo, gli accennò a Gramme. Pacinotti rispose: «Non desidero parlare con cotesto signore che non conosco affatto»; ma Dumoulin gli disse che si trattava di una brava persona, che li poteva aiutare. «Io faccio molto conto dei suoi consigli; è bene che lo informiate». Era l'ora della refezione e non c'era nessuno nell'officina, salvo Gramme, che lavorava al primo tornio. Dumoulin, che aveva in mano la memorietta, tornò a chiedere spiegazioni sulle figure, e si mostrava scettico e insisteva su difficoltà insussistenti. A un certo punto, mentre Dumoulin rimaneva riservato, Gramme, con un sorriso che a Pacinotti parve benevolo, disse: «Sí, sí». E Pacinotti tornò a parlare della dinamo, del suo rendimento, della riversibilità, della grande impor-

tanza della corrente indotta continua ad alto potenziale.

«Quel capo officina», conclude Pacinotti, «non era giovinetto, era uomo piú alto e piú bello del signor Dumoulin, aveva la faccia regolare e rosea, gli occhi cenerini ed i baffi castani. Indossava una quasi elegante giacca brizzolata, con sottoveste della medesima roba adornata da una catena da orologio a lunghe maglie d'argento. Mentre mi allontanavo da quella officina, cercavo di consolarmi del probabile insuccesso, dicendomi: la pubblicazione già fatta qualcosa potrà valere, anche perché l'ho fatta conoscere; sono liberale, non ho cercato privative; e se non potrò conseguire io gli effetti utili della mia macchina, almeno saprò di aver fatto qualcosa onde vengano conseguiti. Qualche giorno dopo rividi il signor

Dumoulin per la via; lo salutai di lontano per potergli parlare nuovamente, ma esso voltò strada».

Il nostro racconto non lascia dubbi. La macchina costruita da Gramme è una dinamo Pacinotti. Gramme non ha idee nuove; non ha che meriti industriali.

Antonio Pacinotti, d'altra parte, non era un industriale. Se fosse stato un industriale avrebbe trovato i denari, se non nel '60, almeno nell'81 o nell'84. Era un idealista, come Galileo Ferraris e Augusto Righi: una delle figure più simpatiche dell'Ottocento.

PACINOTTI E MATTEUCCI

(con documenti inediti)*

Nell'Archivio Pacinotti alla «Domus Galilaeana» c'è una lettera di Carlo Matteucci ad Antonio Pacinotti, che non è stata mai pubblicata, nemmeno in riassunto, né studiata. La lettera è scritta su un pezzo di carta di cm. 24 per 20, piegato in due irregolarmente, sicché ne risulta un comune foglietto scritto su tutt'e quattro le pagine, che non sono numerate. Le pagine 2 e 3 hanno in alto un margine bianco di 4,5 cm.; l'ultima ne ha una di tre cm. Sulla prima pagina c'è impresso a secco un bollo con lo stemma d'Italia e con le parole *Senato del Regno*. Sul bollo a secco c'è un timbro tondo in inchiostro violetto, con le parole *Isti-*

* Pubblicato nel «Mondo», Firenze, 16 febbraio 1946, p. 4 sg.

tuto di Fisica Tecnica «A. Pacinotti» – Pisa –
Archivio, N. d'invent. I. 188. 1. La segnatura è scritta a mano in inchiostro rosso. La lettera è scritta chiaramente dal Matteucci, salvo la chiusa, che si legge con difficoltà.

Eccone il testo:

«Torino, 21 settembre.

«Caro Tonino,

«Voi finite sempre le lettere dicendo, *Scusi la franchezza, ecc.* Sono scuse inutili con me e molto meno sono necessarie queste scuse di parte mia verso di voi.

«Io sono quello che voi non siete ancora, uomo d'affari e che conosce il mondo, e per conseguenza devo dirvi col cuore nelle mani senza che sia minimissimamente alterata la mia amicizia e il mio interessamento per voi, che non posso tolle-

rare che andiate al Ministero della Marina a fare delle critiche sulle mie proposte. Fossero le cose piú bestiali, non si è mai visto al mondo un Ajuto che va a far critiche alle idee del suo Superiore – tanto piú che ognuno capisce che era piú naturale per voi di farle a me prima queste critiche e a questa delle Commissioni come a quella degli impiegati avrei risposto che quelle difficoltà che ora affacciate me l'era affacciate anche io prima e non le ho subite se non dopo essermi persuaso che i modi da me proposti, tutto considerato, erano i meno cattivi. In certe cose bisogna contentarsi di quello che si può fare di meglio, cercando poi col tempo e coll'esperienza di migliorare e non sottilizzare da principio, per *far nulla*. Insomma, e torno a ripetere, senza che l'anima mia si turbi minimamente verso di voi, se volete per questi 3 o 4 mesi ajutarmi, fatelo come si deve e

come voglio che lo facciate e ne sarò contentissimo. Se nò, ditemelo prima e rimedieremo. Lo stesso devo dirvi delle casse degli strumenti: ritengo che si faccia male a scassarli a Livorno per rincassarli poi per portarli a Firenze e così vi avevo scritto e scritto al Ministero. Nell'occasione di mandare quelle casse d'istrumenti al Museo spero vi ricorderete di mandare anche le mie. Non capisco cosa vogliate fare per i barometri. Tutte le condizioni che erano scritte nel contratto consistevano che ci fosse il certificato di Glai-scher; questo c'è e non possiamo pretendere altro. Se vogliamo far cambiamenti li faremo da noi.

«Salutate Papà e tutti di casa e credetemi di cuore

«aff.mo G. Matteucci».

Per quanto l'anno manchi, si può facilmente mostrare che è il 1865. Dalla lettera infatti si deduce che Matteucci era presidente del Comitato Meteorologico del Ministero della Marina e direttore del Museo di fisica e di storia naturale di Firenze e che era ancora a Torino. Ora le due nomine avvennero appunto nel 1865² e verso la fine dell'anno Matteucci lasciò per sempre Torino³. Dalla lettera risulta pure che Antonio Pacinotti era aiuto del Matteucci presso il Comitato meteorologico, ed è pure noto che il Pacinotti fu alla dipendenza del Ministero della Marina e quindi del Matteucci solo nel 1865⁴; il 26 dicembre del '65

²Nicomede Bianchi, *Carlo Matteucci e l'Italia del suo tempo*, Torino, Bocca, 1874, p. 536.

³Bianchi, *op. cit.*, p. 537.

⁴Antonio Pacinotti, *La vita e l'opera*. A cura della Conf. Naz. fascista Professionisti e Artisti (in

egli tornò all'Istituto Tecnico di Bologna⁵.

Sulla modificazione ai barometri a cui accenna il Matteucci alla fine della lettera, il Pacinotti gli aveva scritto nel Rapporto sui presagi meteorologici in data 10 settembre 1865⁶. Gli diceva che nei barometri forniti dalla Casa Negrelli di Londra il livello del mercurio nel pozzetto non era né libero né visibile. «Pare evidente – egli sosteneva – la necessità di modificarli prima che possano essere distribuiti, e la modificazione che mi parrebbe assai facile e rispondente alla forma di tali apparecchi, sarebbe di praticare un foro nella su-

realtà, a cura di Giovanni Polvani), Pisa, Nistri, 1934, p. 811. Indicheremo questa pubblicazione con «Pacinotti».

⁵Pacinotti, p. 888.

⁶Pacinotti, p. 821. Il Rapporto occupa le pagine 814-822.

perficie cilindrica del bossolo che serve di pozzetto e di masticiarvi un tubetto ricurvo di vetro del diametro della canna, e nel quale il livello del mercurio si potrebbe portare sempre ad un segno costante per mezzo della vite che agisce sul fondo mobile del bossolo».

Giunti gli strumenti a Firenze, il Matteucci aveva riconosciuto l'opportunità di modificare i barometri praticando un foro nella parte superiore della scatola che faceva da vaschetta e adattandovi un galleggiante: ma prima che la modificazione fosse ultimata, il Pacinotti, come risulta da una lettera a Silvestro Gherardi in data 1° ottobre 1866, partí per Bologna e non seppe piú nulla della cosa⁷. Ciò fa supporre che egli non tornò piú a Firenze presso il Matteucci. Veramente da una lettera inviategli dal Ministero della Marina

⁷Pacinotti, p. 827.

(Archivio Pacinotti, I. 120.1), risulta che il Pacinotti aveva avuto il permesso di ritornare a Bologna alla metà del febbraio del '66. La lettera, inedita, è scritta nella prima pagina (le altre sono bianche) di un foglio Mod. G. N.° 47, di formato protocollo: è intestata *Ministero della Marina – Direzione Generale del Servizio Militare Marittimo – Divisione 1^a – Sezione 1^a*. Porta il n. 1922 e l'indirizzo: Al Sig. Professore Pacinotti – Pistoia. Essa dice:

Firenze, addì 20 settembre 1865.

«Dietro le passate intelligenze tra il Ministero scrivente e quello di Agricoltura Industria e Commercio, la S. V. dovrà recarsi pel 15 Ottobre ad assistere agli esami in Bologna, e cominciare le prime lezioni pel nuovo anno scolastico accor-

dandosi col Preside di quello Istituto, perché vengano proseguite da un sostituto di fiducia.

«Libero in tal modo la S. V. potrà fino al 15 Febbraio accudire all'impianto del servizio meteorologico.

«*P.* Il Ministro: E. D'Amico».

Pur non avendo voluto restare addetto al servizio meteorologico, il Pacinotti non intendeva abbandonare il lavoro iniziato. Egli non tornò in Firenze per altre ragioni. C'è a questo proposito nell'Archivio Pacinotti (I. 164) una lettera autografa di Pacinotti al Padre, mutila e senza data ma che è senza dubbio della fine del 1865 o dei primi del '66, in cui si leggono queste parole, cancellate con un tratto di penna:

«Il Preside mi ha detto che in questi giorni capiterà quà all'Istituto il Berti il Luzzatti ed il Ministro

per parlare ed ispezionare, e mi ha vivamente sconsigliato dall'abbandonare il laboratorio. Anche stamani è tornato ad assicurarmi della venuta di questi alti sindacatori sicché con dispiacere mi son deciso a restare in Bologna.

«Non so bene come farò per le macchine a Firenze, ma probabilmente incaricherò il S.r Ulisse Marchi di riceverle».

Nonostante il dissidio, i rapporti col Matteucci erano rimasti evidentemente buoni, se no il Pacinotti non si sarebbe deciso «con dispiacere» a restare a Bologna.

I termini del dissidio non si conoscono in modo preciso, ma si possono fare ipotesi plausibili.

Occorre premettere che poco prima del viaggio di Pacinotti all'estero in missione meteorologica, si era svolta una discussione tra Matteucci e Le

Verrier⁸. Questa polemica spiega (ci si consenta di dirlo, visto che il fatto è sembrato di difficile spiegazione) perché il Le Verrier abbia detto a Pacinotti⁹ che se si presentava come aiuto del Matteucci non poteva dargli schiarimenti sulla meteorologia e sul metodo di far predizioni.

La polemica è molto interessante e meriterebbe uno studio particolare. Inizialmente, il Matteucci, senza negare l'utilità di un servizio meteorologico di presagi che, come diceva, si realizzano 45 volte su 79, sosteneva che tutta la verità pratica dei nostri servizi meteorologici è contenuta in queste parole che il maresciallo Vaillant aveva scritto al Le Verrier nel febbraio 1864: «Ab-

⁸*Comptes Rendus*, tome soixantième, Janvier-Juin 1865, pp. 891-895, 949-950, 1000-1001 e specialmente 1313-1327.

⁹Pacinotti, p. 812.

bandonate le predizioni; abbiate all'Osservatorio un servizio in permanenza e appena sarà segnalata una tempesta, ma una vera tempesta, date-ne avviso a tutte le stazioni che corrispondono con voi». Si negava, in fondo, in questo modo la vera e propria previsione e si ammetteva perciò che convenisse limitarsi a segnalare telegraficamente l'avvicinarsi di grandi cambiamenti di tempo già in atto, visto che essi si propagano con una velocità infinita. Il Le Verrier era invece (e con lui Dumas e parecchi altri che si appoggiavano all'autorità di Lavoisier, di Laplace, di Borda) favorevole alla previsione. Anche il P. Secchi che il Matteucci aveva citato come d'accordo con lui, credette di non dover tacere il suo sentimento e, pur facendo delle riserve, non si contrappose recisamente al Le Verrier¹⁰. In seguito i due prota-

¹⁰*Il Nuovo Cimento*, t. XX, ottobre 1864, pub-
385

gonisti modificarono le loro idee e in un certo senso finirono con lo scambiarsi le parti. Il Le Verrier infatti, tenendo conto dei risultati ottenuti, dichiarò¹¹ che non poteva esser d'accordo con coloro che immaginano che diverrà possibile di determinare con alcuni giorni d'anticipo il luogo e l'ora dei fenomeni meteorologici e, dopo aver preso in considerazione un rapporto della Commissione meteorologica inglese, contraria alle previsioni giornaliere, «che non si mostrano generalmente esatte», veniva alle seguenti conclusioni: Mantenere l'invio giornaliero delle notizie sulla situazione presente di grandi regioni dell'atmosfera, facendo due volte al giorno uno studio completo dell'atmosfera. Le previsioni van-

blicato il 2 ottobre 1865, pp. 258-267.

11*Comptes Rendus*, tome soixante-deuxième, Janvier-Juin 1866, pp. 1045-1052.

no limitate all'annuncio dell'inizio delle grandi variazioni atmosferiche, della loro persistenza e della loro fine; il sistema di avvertimento dev'essere semi-diurno, senza escludere le previsioni fatte con ventiquattro ore di anticipo, quando lo stato generale dell'atmosfera lo consente¹².

Matteucci, d'altra parte, dopo un'inchiesta e nuovi studi, occasionati senza dubbio sia dalla polemica con Le Verrier che dalle critiche del Pacinotti, finí con l'ammettere la previsione locale e generale, compiacendosi di dare numerose regole e criteri scientifici, aggiungendo perfino che «son pure da tenersi in qualche conto quelle regole pratiche, che i marinai, i giardinieri e i conta-

¹²Il Nuovo Cimento, t. XXI-XXII, febbraio e marzo 1865-66, pubblicato il 12 aprile 1866, pp. 81-100.

dini traggono dalla semplice osservazione del cielo».

Il Pacinotti, come risulta dal Rapporto al Matteucci¹³, era favorevole ai presagi ma senza infatuazioni. «Per quanto – egli diceva – dopo lungo esercizio possa restar facile il prevedere 24 ore in precedenza lo stato generale dell'atmosfera conoscendone sopra tutta l'Europa gli stati precedenti, non mi sembra facile che una sola persona nello spazio di pochi minuti debba aver modo di tener conto adeguatamente di tutte le modificazioni che le influenze locali apporteranno qua e là sullo stato generale trovato. E piú ancora sarà difficile il presagio speciale per quei luoghi che si trovano in condizioni di latitudine, di orografia e di clima differenti molto da quelle del paese principalmente studiato». In seguito il Pacinotti espose,

¹³Pacinotti, pp. 819-820.

com'è noto¹⁴, idee e proposte in materia di meteorologia, che avrà anche allora, almeno in parte, esposto al Matteucci: e così saranno sorti nuovi motivi di dissenso. È certo che al Ministero della Marina egli andò a esporre idee, non a fare della maldicenza; e in ogni caso, prima di ricevere la lettera del Matteucci, aveva deciso, come adesso mostreremo, di tornare all'Istituto Tecnico di Bologna. Nell'Archivio Pacinotti (I. 120) c'è a questo riguardo un foglio inedito in formato protocollo, senza segnatura e senza filigrana che contiene nella prima pagina (le altre tre sono bianche) queste parole di pugno del Pacinotti:

«*Copia.*

«Eccellenza,

14Pacinotti, pp. 832-862.

«Non volendo abbandonare la carriera dell'insegnamento, il sottoscritto, in ordine alla ministeriale del 15 Giugno comunicatagli dal Sig.^r Preside del R. Istituto Tecnico di Bologna, si crede in dovere di esprimere alla Eccellenza Vostra che esso desidera conservarsi il posto di Fisica e Chimica nel suddetto R. Istituto. Conseguentemente dipenderà del tutto dagli ordini della Eccellenza Vostra tanto riguardo al tempo che tuttora dovesse consacrare alla sistemazione del Servizio meteorologico pel Ministero della Marina, quanto riguardo all'epoca in cui dovrà riprendere le lezioni a Bologna.

«Esso accoglie con piacere la presente occasione per segnarsi col massimo dovuto ossequio.

«Dell'Eccellenza Vostra Devt.mo Obb.mo Servo

«Antonio Pacinotti.

«Firenze, 13 Settembre 1865».

«A Sua Eccellenza il Comm. Torelli

«Ministro d'Agricoltura Industria e Commercio
del Regno d'Italia».

(A voler esser pedanti, si deve notare che, invece d'Italia, c'è scritto Itatalia).

La ministeriale del 15 giugno che Pacinotti cita è copiata in un foglio (inedito) in carta vergata, di formato quadrotta, scritto da un amanuense ma firmato dal Gherardi (sulle due prime pagine; la terza e quarta pagina sono bianche); in alto a sinistra c'è stampata l'intestazione *R. Istituto Tecnico di Bologna*. Vi si legge:

«Stimatiss.mo Sig.r Professore,

«Mi rendo sollecito di partecipare alla S. V. Ill.-
ma un foglio Ministeriale che La riguarda e ricevo

in questo momento, con farlo trascrivere per intero qui appresso. Voglia favorirmi un cenno di ricevuta della partecipazione in discorso, soggiungendo quel che credesse in proposito, e che io non mancherei di comunicare al Ministero. – Ed augurandomi ben di cuore che non sia mai per verificarsi il caso che S. E. il Sig.r Ministro ha voluto fare nelle estreme finali del suo foglio, senza piú mi professo, con ogni stima,

«Bologna, 16 Giugno 1865».

«Suo aff.mo Servo, Il Preside dell'Istituto

«Prof. Silv. Gherardi».

«All'Ill.mo Ecc.mo Signore

«Il Sig.r D.r Antonio Pacinotti – Professore di Fisica e Chimica nel R. Istituto Tecnico».

(Copia del citato foglio Ministeriale)

«Regno d'Italia – Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio – Div.e 3^a – Sez.e Istituti – N. del Prot. Divisionale 574.

«Firenze, addí 15 Giugno 1865.

«Prego la S. V. Preg.ma di partecipare al Professore Antonio Pacinotti che egli è dal 1° Luglio p.^o v.^o a tutto Settembre posto a dipendenza del Ministero della Marina, per quelle incumbenze che il prefato Dicastero crederà di affidargli.

«Durante tale periodo di tempo il predetto professore continuerà a godere dell'attuale stipendio esigibile pur sempre a Bologna; io pregherei solo la S. V. di notificare al predetto professore, come ebbi io stesso a dichiarare al Ministero della Marina, essere cioè indispensabile che egli si trovi al suo posto il 15 Ottobre, e che siccome sarebbe impossibile lasciar privo l'Istituto di un serio inse-

gnamento, così dovrà il Sig.r Pacinotti con lettera comunicare a questo Ministero prima del 15 Settembre se egli sarà nel caso di riprendere servizio, aggiungendogli che, in mancanza di tale comunicazione, il Ministero si vedrebbe costretto di provvedere senz'altro a nuova nomina.

«P. il Ministro, firmato: F. De Blasiis».

«Signor Preside

«Dell'Istituto tecnico di Bologna».

Non solo il Pacinotti non fece della maldicenza contro il Matteucci, ma considerò la lettera che gli scrisse il Matteucci da Torino come un documento a suo favore. Nell'Archivio Pacinotti c'è una lettera autografa al Felici, che ha la segnatura I.

185. 1; è senza data ma dal contesto risulta che è certamente del settembre o ottobre 1872. Riferendosi alla domanda per il concorso all'Universi-

tà di Cagliari, mandata da Bologna al Ministro della Pubblica Istruzione il 30 luglio del 1872, come si vede dalla minuta, conservata pure nell'Archivio Pacinotti (l. 178), dice il Pacinotti: «Quando da Bologna mandai la mia domanda non potei unire agli altri miei titoli una relazione che scrissi al Prof. Matteucci circa il servizio meteorologico dopo il mio viaggio del 1865 né altre carte a questo relative, perché eran riposte qui a Caloria. Qui raccolsi tali fogli, e uniti ad essi il diploma per la medaglia della campagna 1859 e l'ultima notareella sulla dispersione, avevo inviato tutto al Ministro pregandolo di voler comunicare tali documenti alla Commissione esaminatrice. Invece dal Ministero mi sono stati rimandati scrivendomi che il tempo utile alla presentazione dei titoli pel concorso è scaduto». Nello stesso incartamento c'è un autografo del Pacinotti, intitolato:

Seguito della lista dei documenti del Prof. A. Pacinotti che si riferisce evidentemente ai fogli raccolti a Caloria. Uno dei documenti è proprio la «Lettera 21 Settembre 1865 del Prof. Senatore Carlo Matteucci».

La cosa non ha nulla di strano, dopo quello che abbiamo detto. Del resto, la lettera è una severa ma garbata lezione di disciplina e di senso pratico. È paterna ma non paternalistica, perché il Matteucci mentre esclude recisamente che l'aiuto possa criticare presso terzi l'operato del superiore, ammette senz'altro la critica diretta, e riconosce la fondatezza delle critiche fatte dal caro Tonino. Quelle critiche se l'era fatte lui stesso, ma aveva fatto ugualmente le proposte perché si era persuaso che, tutto considerato, erano le meno cattive. Egli pensava giustamente che, invece di sottilizzare da principio per non far nulla, biso-

gnava accontentarsi di ciò che in quelle circostanze, con quegli uomini, con quei mezzi, si poteva fare di meglio, cercando poi, col tempo e con l'esperienza, di avvicinarsi alla perfezione.

Nella lettera il Matteucci dice di essere uomo di affari e che conosce il mondo. Naturalmente, intendeva dire, e diceva la verità, che, conoscendo uomini e cose, faceva ciò che era attuabile, senza lasciarsi sviare dalla chimera dell'assoluta perfezione. Se si tien presente che egli riaffermava la sua amicizia e il suo interessamento per il Pacinotti e che nel Museo di Firenze intendeva circondarsi dei piú illustri scienziati italiani, facendoli attendere non all'insegnamento ma alle ricerche¹⁵, si deve vivamente deplorare che Pacinotti si sia deciso per l'Istituto Tecnico di Bologna. Se si fosse inteso col Matteucci (e poteva intendersi

¹⁵Bianchi, *op. cit.*, p. 449.

facilmente) e avesse fatto a lui la difesa della macchinetta che nell'estate precedente aveva fatto al Dumoulin, con ogni probabilità si sarebbe evitato il caso Gramme.

GALILEO FERRARIS E IL CAMPO ROTANTE*

Racconta il marchese Solari che, facendo in America il nome di Galileo Ferraris, si è sentito rispondere: conosciamo Galileo Galilei, non Galileo Ferraris.

In realtà Galileo Ferraris è poco conosciuto sia in America che in Inghilterra e in Francia (piú conosciuto è in Germania); e anche in Italia è ben conosciuto dagli elettrotecnici e dai fisici ma non dal pubblico. È una grave ingiustizia perché si tratta di uno dei piú grandi scienziati dell'Ottocento e di una delle figure piú affascinanti.

Credeva ardentemente nella scienza e nel progresso ma la sua fede era molto elevata e non

* Pubblicato ne «La Scena illustrata», luglio 1939, p. 11.

aveva nulla di utilitario. Sensibile al vero e al bello, non capiva l'utile materiale. «Quando – egli diceva – contemplando un prodotto della scienza o un'opera d'arte sentiamo in noi quella soddisfazione che ci fa dire: “bello”, quel prodotto o quell'opera sono utili in sé». Tutti quelli che l'hanno conosciuto insistono sulla spiritualità del suo sguardo, del suo gesto, della sua voce, sul suo sorriso di asceta, sulla sua modestia. Sapeva a memoria il *Giorno* del Parini, l'*Ermanno* e *Dorothea* di Goethe, diverse poesie di Carducci e di Longfellow; era amatore di quadri e disegnatore; era valente pianista e gli piaceva molto la musica di Wagner. Dissero che quando, il 25 ottobre del 1896, fu nominato senatore, telegrafò le congratulazioni a un suo cugino perché non gli passò per la testa che poteva esser lui. È una storiella, ma il 10 novembre ecco che cosa scriveva al pro-

fessor Francesco Grassi: «L'inaspettata nomina che mi fu conferita esce siffattamente dalla cerchia delle mie aspirazioni e supera talmente i miei meriti, che all'annuncio io rimasi come sbigottito, e stetti quasi trepidante ad aspettare gli apprezzamenti». Il grande scienziato trovava naturale che si potesse discutere la sua nomina!

Con Galileo Galilei ebbe in comune la poca salute, oltre che il nome e il genio; ma visse molto meno dell'autore dei *Massimi Sistemi*.

* * *

Nacque il 30 ottobre 1847 a Livorno Piemonte, ora Livorno Ferraris, da Luigi e da Antonia Messia. Ebbe due sorelle e un fratello; era il terzo. Il padre era un farmacista attivo, affabile, galantuomo; il fratello era medico, combatté con Garibaldi nel '66 in Val di Ledro, poi a Monterotondo e a

Mentana e morì combattendo a Digione, nel gennaio del 1871.

Il suo amore per lo studio si manifestò in maniera originale a sei anni. Un giorno, all'insaputa di tutti, prese libri e quaderni del fratello e andò a prender posto nella quarta elementare. Al maestro che gli domandò che cosa era andato a fare a scuola, rispose: «Non voglio mica diventare un asino io!».

Fece il liceo a Torino e, a Torino, il 29 settembre 1869 prese la laurea d'ingegnere civile. Alcuni mesi dopo divenne assistente di fisica tecnica nel Museo Industriale, che ora è la Scuola d'ingegneria di Torino. Nel 1877 il titolare della cattedra, professor Codazza, chiese di essere messo a riposo e allora il Ferraris ebbe l'incarico dell'insegnamento. Nel novembre del 1878 fu nominato professore straordinario e l'anno dopo ordinario

di fisica tecnica per merito eccezionale. Si era imposto con l'opera sulle proprietà cardinali degli strumenti diottrici, in cui aveva esposto elementarmente e con grande originalità la teoria di Gauss e con cinque conferenze sull'illuminazione elettrica, che era l'argomento del giorno. In queste conferenze, nell'operetta di ottica e in altri lavori Galileo Ferraris dimostrava di essere insieme uno scienziato e un maestro.

* * *

Nel 1884, prendendo lo spunto dal trasformatore per correnti alternate di Gaulard e Gibbs presentato all'Esposizione Internazionale di Elettricità di Torino, Galileo Ferraris cominciò a studiare a fondo con pieno successo i problemi che avevano fatto perdere la ragione al Gaulard. Meditò sul trasporto a distanza dell'energia elettrica e

diede la teoria dei trasformatori statici e delle correnti alternate. In particolare, egli chiarí che per calcolare l'energia di una corrente alternata si deve tener conto, oltre che dell'intensità e della forza elettromotrice, del cosí detto fattore di potenza, il quale, come lui fece vedere per primo, dipende dal ritardo o, come si dice, dalla differenza di fase tra la forza elettromotrice e l'intensità.

Temo che a questo punto il lettore protesti: si va troppo nel difficile! È vero, ma Galileo Ferraris è tutto in questi concetti e in altri non meno difficili. Volendo essere chiari oltre un certo limite, si rischia di non dir nulla. La vera ragione della sua scarsa popolarità è che egli si è sempre mosso, da gran signore, in una sfera molto elevata, in cui i simboli matematici si possono considerare indispensabili. È un ingegno limpido come Alessandro Volta, ma richiede maggiore preparazione.

La scoperta del campo magnetico rotante e l'invenzione simultanea dei «motori Ferraris» non hanno niente di fortuito. Per lui erano una conseguenza della teoria elettromagnetica della luce, dei fenomeni della così detta luce polarizzata e delle proprietà delle correnti alternate.

Una sera d'estate del 1885 Galileo Ferraris, girovagando nei dintorni della caserma Cernaia a Torino, rifletteva appunto sulla teoria elettromagnetica e su quella della luce polarizzata e tutt'a un tratto gli venne l'idea del campo rotante.

La luce è dovuta a oscillazioni elettriche: su questo non c'era da discutere. Ma le correnti alternate non sono anch'esse, in un certo senso, oscillazioni elettriche? Perché coi due campi magnetici prodotti da due opportune correnti alternate non si deve ottenere, analogamente a quanto

avviene con la luce polarizzata, un campo magnetico rotante?

Perché il lettore comprenda il ragionamento, occorre tener presente che, secondo la teoria ondulatoria sviluppata da Agostino Fresnel, la luce è dovuta a vibrazioni che avvengono trasversalmente alla direzione secondo la quale si propaga il raggio luminoso. Nella luce naturale le oscillazioni avvengono in tutti i piani trasversali possibili; nella luce polarizzata, che si può ottenere in vari modi, per esempio facendo passare luce naturale attraverso lo spato d'Islanda, le vibrazioni avvengono invece in un solo piano. Le vibrazioni della luce polarizzata possono essere però, rettilinee o ellittiche e in particolare circolari; d'altra parte, ogni vibrazione ellittica o circolare si può supporre dovuta a date vibrazioni rettilinee convenienti. Analogamente, secondo Ferraris, con

due campi magnetici alternativi si deve ottenere un campo rotante.

Ferraris quella sera vide subito come si poteva realizzare l'esperienza. Le correnti che producono i due campi magnetici devono avere la stessa frequenza e devono avere una differenza di fase di un quarto di periodo; inoltre devono essere disposte ad angolo retto. Mi spiego.

Una corrente alternata semplice non ha, come la corrente continua, sempre lo stesso verso (cioè i due poli cambiano periodicamente di nome), né la stessa intensità. L'intensità e la forza elettromotrice cambiano ad ogni istante di valore, passando, ma non nello stesso tempo, dal valore zero a un massimo, poi scendendo a zero, cambiando senso fino a un minimo e risalendo a zero per poi ricominciare il ciclo. La durata di un ciclo si chiama periodo della corrente o, in altre parole,

il periodo è il tempo compreso tra due massimi o due minimi consecutivi. Il numero dei periodi al secondo si chiama frequenza. Due correnti alternate si dice che hanno una differenza di fase quando non assumono simultaneamente lo stesso valore e si dicono sfasate di un quarto di periodo quando i massimi e i minimi dell'una coincidono coi passaggi allo zero dell'altra.

Galileo Ferraris capí che, analogamente a quanto avviene in ottica (nel caso della luce polarizzata circolarmente) e anche, ora possiamo dire, a quanto avviene in acustica e nella composizione dei moti di due pendoli, mandando in due spirali disposte ad angolo retto due correnti alternate (semplici) che abbiano una differenza di fase di un quarto di periodo, si doveva ottenere un campo magnetico rotante; anzi egli capí, pensando al cosí detto magnetismo di rotazione, come si

poteva ottenere la verifica sperimentale. Arago nel 1824 aveva ottenuto la rotazione di un ago magnetico facendo ruotare, al disotto di esso, un disco di rame; l'anno dopo Herschel e Babbage avevano ottenuto il fenomeno inverso. Oggi sappiamo, e Ferraris lo sapeva, che si tratta di effetti d'induzione elettromagnetica (correnti di Foucault).

La mattina dopo Galileo Ferraris, «recatosi – dice Riccardo Arnò – febbricitante d'emozione nel laboratorio», fece preparare dal meccanico Clerici una spirale di rame e tolse l'altra da un galvanometro di Wiedemann, e le dispose ad angolo retto l'una nell'altra. Fece ricavare da un tubo di rame un cilindretto con un gancio su una delle basi e preparò personalmente, per mezzo di un alternatore Siemens e di un trasformatore Gaulard, le correnti che gli occorreavano, inserendole

nelle due spirali. «Al meccanico – racconta Guido Grassi – che gli domandò a che cosa doveva servire tutto quell'apparecchio, rispose che il cilindro avrebbe dovuto girare. Lo attaccò ad un filo e lo tenne sospeso egli stesso colla mano, e, appena chiuso il circuito, il cilindretto di rame cominciò infatti a girare».

Il dispositivo è quello che, sulla tavola riprodotta, è denominato modello n. 1. I modelli n. 2 (ad asse orizzontale) e n. 3 (che non riproduciamo, e che è ad asse verticale) sono piú grandi e il cilindro di rame, invece di essere sospeso, è portato da un albero metallico appoggiato su cuscinetti. Il modello n. 4 è un vero motore industriale.

I quattro cimeli, che si conservano nell'Istituto Nazionale di Elettrotecnica «Galileo Ferraris» di Torino che ci ha gentilmente mandato le fotografie, furono molto ammirati a Chicago nell'Esposi-

zione Internazionale del 1893. Alla partenza, nel porto di Genova, per un'immersione della nave su cui erano caricati, rimasero per alcune settimane sott'acqua e subirono qualche danno.

Dal racconto che si è riferito risulta che il Ferraris ebbe la sensazione (e la diede al meccanico) che qualche cosa di nuovo e d'importante stava per accadere. Il suo ragionamento era logico, e logicissimo e quasi ovvio ci appare oggi, ma era sempre un ragionamento per analogia e la decisione non poteva esser data che dalla esperienza. Si deve aggiungere che se il grand'uomo non credette opportuno di dar subito l'allarme alle Accademie e meno che mai al pubblico, non tenne però nascosti gli apparecchi, come risulta tra l'altro da varie testimonianze fatte a Torino davanti al notaio avvocato Ernesto Torretta il 27 febbraio 1923. È opportuno insistere su questo pun-

to perché non ci siano dubbi sulla questione di priorità col Tesla.

L'ingegner Ettore Thovez figlio di un collega del Ferraris nel Museo Industriale Italiano e studente, allora, nel penultimo anno d'ingegneria, dice che nel 1885 Galileo Ferraris andò a trovare suo padre e lo invitò a passare nel suo laboratorio per vedere un nuovo esperimento. «Vi andai io pure – continua il Thovez – e ricordo che nella stanza, che era piena di apparecchi fra cui alcuni generatori secondari del Gaulard, vidi un piccolo apparecchio (si tratta evidentemente del cimelio n. 1) formato da due matasse di filo delle quali una rotonda e una quadra normali fra di loro ed intersecantisi in una retta verticale; sospeso ad un filo, un piccolo cilindretto cavo, di rame, stava col suo asse sulla intersezione sopradetta.

«Il Ferraris spiegò che mandava sulle due bobine due correnti alternate che era obbligato di ricavare dal suo alternatore Siemens che gli serviva per tutti i suoi esperimenti sui trasformatori, e che si era procurato una differenza di fase per mezzo di autoinduzioni e di resistenze. Il cilindretto si mise a ruotare velocemente. Scambiò i fili di una matassa coi reofori della linea ed il cilindretto che dapprima aveva girato a destra si fermò e girò a sinistra.

«Mise poi un bicchiere pieno di mercurio al posto del cilindretto ed il mercurio sotto l'azione delle due correnti prese a girare. Ci spiegò – è sempre il Thovez che racconta – che il Gaulard cercava senza successo un motore a corrente alternata, ed egli aveva cercato di ottenere un moto rotatorio per mezzo dei campi magnetici alternati e vi era così riuscito».

Secondo il Thovez, che ha fatto un racconto sui suoi appunti scolastici, le prime esperienze nel campo rotante risalgono o agli ultimi giorni del maggio 1885 o ai primi di giugno. L'Arnò fissava la data all'agosto dell'85. Si può essere sicuri di non sbagliare dicendo, come si fa dai più, estate del 1885. Nella celebre nota del 1888, il Ferraris dice: «Le esperienze, delle quali si fa cenno, furono eseguite nell'autunno del 1885»; ma forse, più che alle prime esperienze dimostrative, intende accennare alle misure eseguite dopo. In ogni caso, l'anno della scoperta è, senza possibilità di contestazione, il 1885.

Non deve meravigliare che l'annuncio ufficiale della scoperta sia stato dato, con la nota intitolata *Rotazioni elettrodinamiche prodotte per mezzo di correnti alternate*, il 18 marzo 1888 all'Accademia delle Scienze di Torino e in seguito a insistenze

dei professori Naccari e Bellati. Il Ferraris doveva completare l'importante lavoro sui trasformatori e sul campo rotante, voleva pubblicare un lavoro esauriente e non una nota per prender data, che sarebbe stata in contrasto con la sua modestia e il suo disinteresse.

Non è nemmeno strano che nella famosa nota egli abbia negato l'importanza industriale dei motori a campo rotante. Prima di tutto, come abbiamo detto, il Ferraris era poco sensibile all'importanza industriale di una scoperta; e se a proposito del telefono aveva detto che le considerazioni pratiche gli sembravano non solo odiose ma indecorose, indecorosissime gli dovevano sembrare le considerazioni pratiche sul campo magnetico rotante che per lui era prima di tutto una bella idea. Si può aggiungere che la fecondità e l'utilità pratica di un principio non sempre si pos-

sono prevedere e nel 1888 il principio di Galileo Ferraris, volendo evitare ogni accusa di vanagloria, non poteva esser presentato come industrialmente molto importante e senza dubbio nessuno poteva prevedere che avrebbe rivoluzionato l'industria.

Non si deve dimenticare che la produzione industriale della corrente bifase e trifase non esisteva ancora e la necessità di costruire la rete di distribuzione dell'energia elettrica con almeno tre fili doveva sembrare un grave inconveniente dei motori a campo rotante, senz'accennare a un altro inconveniente di carattere energetico che, come nota Guido Grassi, è comune a tutti i motori asincroni (cioè che non richiedono per avviarsi una corrente di data frequenza) e che non poteva sfuggire al Ferraris. Pure negando l'importanza industriale del suo motore per il suo limitato ren-

dimento, il Ferraris diceva che è possibile «studiare le dimensioni di esso in modo da aumentarne notevolmente la potenza e migliorarne moltissimo il rendimento», aggiungendo che il suo apparecchio poteva esser utile, oltre che per esperienze da lezione, come contatore elettrico. Ora sappiamo che in tutte queste affermazioni aveva ragione.

I motori di Tesla erano piú industriali di quelli di Ferraris, ma la prima affermazione industriale del principio del campo rotante si ebbe nel 1891, all'Esposizione Internazionale di Elettricità di Francoforte sul Meno, per merito dell'ingegner Dolivo-Dobrowolsky, il quale riuscí a trasmettere a 175 chilometri di distanza l'energia sviluppata da una turbina di trecento cavalli. Il Ferraris era a Francoforte, dove prese parte ai lavori del Congresso ed ebbe memorabili accoglienze. Occorre

avvertire che dalle lettere scritte da Francoforte all'ingegner Candellero non risulta che egli abbia trovato esagerata l'ammirazione che tutti gli dimostravano o che sia rimasto sorpreso nel vedere che il campo rotante aveva una grande importanza industriale. Egli trovò tutto naturale. «La maggior soddisfazione – scriveva al Candellero il 17 luglio del 1891 – fu per me l'aver veduto come qui tutto sia pieno del *Drehfeld* oder *Ferraris-schefeld*, e come tutti attribuiscono a me l'onore dell'invenzione. Si può dire che il *Drehfeld* (campo rotativo) forma la caratteristica di questa esposizione; non solo esso serve di base alla grande trasmissione tra Lauffen e Francoforte, ma figura, si può dire, in tutte le mostre delle principali case. Le prime parole che Helmholtz mi dicesse quando m'incontrò il primo giorno furono queste: “Ho visto a casa di Siemens le esperienze che egli

sta facendo in base alla vostra ultima invenzione". Dopo, in un pranzo (nel quale io sedevo alla sua destra) mi parlò *continuamente* di ciò, e volle essere minutamente informato del processo della invenzione. Ieri incontrai un ingegnere della casa Schuckert, il quale mi mostrò subito con orgoglio che la sua casa utilizzava il *Drehfeld* e che questo andava bene».

Il 21 settembre egli scriveva:

«È certo che le esperienze attuali segnano un'epoca. Le epoche della trasmissione elettrica dell'energia sono per sommi tratti queste: nel 1873 all'Esposizione di Vienna Fontaine (di Parigi) fa funzionare una dinamo a corrente continua come motore; nel 1881, a Parigi, Marcel Desprez proclama la sua fede nella possibilità di superare grandi distanze alla condizione di far uso di alti potenziali; nel 1882, a Monaco, Marcel Desprez

fa esperimenti infelici ma notevoli; nel 1884-86, tra Creil e Parigi, lo stesso Desprez fa esperimenti infelici ma istruttivi. La difficoltà di ottenere e adoperare altissimi potenziali con correnti continue era enorme, insuperabile; la si può invece superare facilmente con le correnti alternative; la trasmissione a grandi distanze con correnti alternative è facile e sicura purché si abbia un motore elettrico conveniente. Tale motore elettrico conveniente si presentò possibile dopo la scoperta del *Drehfeld* o campo rotativo».

* * *

Galileo Ferraris aveva, come si vede, ben compreso il suo motore, anche sotto l'aspetto industriale; e nel 1893, con le memorie: *Di un metodo per la trattazione dei vettori rotanti e alternativi*,

contribuí in modo decisivo alla teoria dei motori asincroni.

Del successo pratico della sua scoperta si compiacque ma non sentí mai il bisogno di uscire dal campo scientifico per cercare di trar lucro dalla scoperta. «Finora – scrisse a Guido Grassi il 23 luglio del 1891 – a questo riguardo le cose per me vanno molto bene; senza che io me ne sia occupato ho visto a Francoforte che tutti attribuiscono a me la prima idea, il che mi basta. Gli altri facciano i denari, a me basta quel che mi spetta: il nome».

Nel 1893 il Ferraris partecipò come delegato unico del nostro Governo al Congresso di Chicago e vi ebbe grandi onori. Sulla questione di priorità col Tesla nessuno fece parola, secondo il suo desiderio. Tutti gli attribuirono la prima idea; «e ciò – egli scrisse – in America è molto».

Alla fine dell'anno precedente le sue condizioni di salute che da parecchio erano state giudicate precarie, peggiorarono, tanto che tentò di far sospendere le sue lezioni d'elettrotecnica; ma la sua domanda non poté essere accolta perché il suo corso era stato inserito nell'Avviso del Museo Industriale.

La sera del 31 gennaio, uscendo dal teatro, si sentí la febbre. Il giorno seguente andò lo stesso a far lezione; ma dopo mezz'ora, vinto dalla polmonite: «La macchina è guasta – disse –; non posso continuare».

Sulla questione col Tesla non è il caso d'insistere dopo le pubblicazioni fatte nell'*Elettrotecnica* dal Revessi e dal Silva, tanto più che non ha niente che fare con quella di Pacinotti e Gramme. Tesla è senza dubbio un grand'uomo, anche se non si tien conto dei motori a campo rotante. A

questi motori arrivò indipendentemente dal Ferraris e per un'altra via, dopo di lui. Il primo brevetto del Tesla è stato ottenuto il primo maggio del 1888, mentre la Nota del Ferraris è stata pubblicata il 18 marzo: ufficialmente non c'è da discutere. Ma la priorità del nostro scienziato è vera in ogni caso, perché se è esatto che la domanda del Tesla è del 30 novembre 1887, è innegabile che Galileo Ferraris fece la grande scoperta in quella sera d'estate del 1885.

IL CENTENARIO DI CROOKES*

L'Italia non è e non può essere assente alla celebrazione del centenario di William Crookes, non solo per il valore dell'uomo ma perché la sua opera scientifica ha avuto, da noi, continuatori e critici intelligenti. Noi ci associeremo alla celebrazione, facendo un'analisi minuta, per quanto è possibile in un quotidiano, della sua opera di scienziato e di spiritista.

Sullo scienziato non è nemmeno possibile la discussione: è un classico dell'esperienza. Cominciò come chimico sotto la guida di un insigne maestro di cui fu anche assistente: Augusto Guglielmo Hofmann, direttore del Collegio Reale di

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 7 ottobre 1932.

Chimica di Londra; e anche come chimico ha grandi benemerenze: la fondazione, nel 1859, della rivista *Chemical News*, che diresse fino al 1901, e la scoperta del tallio per via spettroscopica, che seguì immediatamente (1861) a quella del rubidio e del cesio, fatta dai fondatori dell'analisi spettrale, Kirchhoff e Bunsen. Del tallio, il Crookes determinò anche il peso atomico, ciò che allora non era tanto facile. Sempre in materia di analisi spettrale, ha il merito di aver dimostrato che l'elio trovato in laboratorio era identico a quello scoperto nel sole.

Nel 1874, Crookes inventò il radiometro e ne interpretò il movimento come effetto della pressione della luce prevista per via teorica da Maxwell e dal nostro Bartoli il quale ne tentò la dimostrazione sperimentale e non ci riuscì, come ha mostrato recentemente l'Amerio, per mancanza

di sensibilità nel dispositivo adoperato. La prova decisiva fu data dal Lebedew nel 1899. L'interpretazione di Crookes – tutti sono da un pezzo d'accordo – non regge. Il radiometro ruota, come capirono per i primi Reynolds e Stoney, per effetto degli urti delle molecole gassose e non per effetto della pressione di Maxwell e Bartoli. Occorre tuttavia osservare che quando Crookes presentò la sua teoria, essa non era poi tanto strana, né l'ipotesi che finì col trionfare era ancora evidente. Egli ebbe del resto il merito di essersi battuto con onore, costringendo gli avversari a moltiplicare le prove sperimentali finché il dubbio non fu più ammissibile. Per noi italiani, è motivo di grande soddisfazione il fatto che Augusto Righi, allora giovanissimo, portò alla controversia un contributo decisivo con le sue «Esperienze col radiometro di Crookes» pubblicate nella *Scienza applicata* di

Bologna nel 1876. Ci consenta il lettore d'insistere su questo lucido scritto del Righi che pochissimi, a quanto pare, hanno letto. Per confutare l'ipotesi di Crookes, Schuster aveva sospeso un radiometro con due fili e aveva fatto vedere che appena il mulinello, sotto la influenza dei raggi calorifici, si mette in rotazione, l'apparecchio eseguisce una piccola rotazione in senso contrario per ritornare nella posizione iniziale quando il mulinello si ferma. Il Crookes aveva risposto che l'esperienza non è decisiva perché facendo galleggiare il radiometro sull'acqua, esso ruota lentamente nello stesso verso del mulinello. Augusto Righi, ripetendo l'esperienza di Crookes con maggiore precisione (muní il radiometro di specchietto e ne osservava i movimenti con cannocchiale e scala) si accorse che nell'istante in cui i raggi calorifici cadono sulle palette, le pareti del

radiometro girano invece in senso opposto al mulinello, ciò che era sfuggito al Crookes che osservava a occhio nudo; in seguito, il mulinello va accelerando la rotazione fino a che gira uniformemente, e l'apparecchio va rallentando il movimento finché si ferma. Intercettando i raggi calorifici, la velocità delle palette diminuisce e il radiometro si mette a girare, al contrario di prima, nel verso del mulinello. «In tal caso – nota il Righi – tutto l'apparecchio è da questo evidentemente trascinato, per quel po' d'attrito che esiste nel punto di sospensione». Con questa esperienza e varie altre che non potrebbero essere più convincenti, il Righi confermava e completava l'esperienza di Schuster e stabiliva che «la causa della rotazione del mulinello sotto l'influenza di una radiazione, risiede nell'interno dell'apparecchio». Il Righi mise poi il radiometro a galleggiare

sull'acqua in posizione capovolta, in modo da rendere per attrito il mulinello solidale con l'apparecchio; ma fatta cadere un'intensa radiazione sulle palette, non ottenne il minimo spostamento dando così una nuova prova che Crookes si era ingannato. Con altre esperienze, il Righi stabilí (e ne spiegò le ragioni) che la velocità angolare del mulinello varia in senso inverso alla sua temperatura, e che ad ogni riscaldamento della parete del radiometro corrisponde una forza ripulsiva sulle palette e ad ogni raffreddamento una forza attrattiva. Egli diede infine una teoria, a cui oggi nulla c'è da modificare, delle ordinarie rotazioni del mulinello. Il Righi distingue quattro casi, sul primo dei quali, che può servire per tutti (caso del radiometro esposto ad una radiazione calorifica), si esprime così: «Le faccie annerite delle palette, si riscaldano più delle faccie lucenti,

in virtù del loro maggior potere assorbente. Le molecole di gas che su di esse si riflettono, aumentano quindi di velocità, assai più di quelle che toccano le faccie più fredde; perciò le faccie nere devono muoversi in senso opposto delle molecole riflesse sulla loro superficie e così dar luogo alla rotazione nel senso ordinario. Le molecole del gas, che hanno aumentato la loro velocità sulle faccie nere, urtano le pareti di fronte, e producono la rotazione dell'apparecchio, quando esso pure sia mobile, in senso contrario al molinello». Il Righi spiega pure perché i fenomeni radiometrici non possono avvenire che in un gas estremamente diradato. Occorre – egli dice – che la media escursione delle molecole fra due urti reciproci consecutivi sia maggiore della distanza fra le pareti del radiometro e le palette, perché in caso contrario le molecole che «riflettendosi sopra una

superficie hanno subito una variazione di velocità, prima di giungere ad un'altra superficie, urterebbero le altre molecole del gas, e la pressione si farebbe in breve ovunque uniforme».

La nota del Righi è, come si vede, un piccolo capolavoro sperimentale, freschissimo come quando fu scritto. Se la tesi del Crookes resta demolita, non bisogna dimenticare che senza di essa, né il Righi né altri fisici avrebbero fatte tante loro esperienze; e senza il radiometro, forse nemmeno Lebedew avrebbe dimostrato sperimentalmente la pressione della luce. In ogni caso, se l'ipotesi è caduta, il radiometro di Crookes resta.

Di molto maggiore importanza sono le ricerche del Crookes sui raggi catodici. La conferenza sulla «materia radiante» in cui sono riassunte (Sheffield, 22 agosto 1879) è una delle più belle confe-

renze scientifiche che esistano; e si capisce perché sia diventata parte integrante di tutti i corsi di elettricità. È originalissima, è tanto viva che sembra che le esperienze sorgano lí per lí per incanto, e nella conclusione, come dice lo Störmer, ha chiari accenni profetici: «In realtà, siamo al limite in cui materia ed energia paiono confondersi, oscuro campo fra il noto e l'ignoto, al quale sono stato sempre particolarmente attratto. In questo campo inesplorato di sottili, meravigliose e profonde realtà fondamentali, troveranno soluzione, oso credere, i massimi problemi scientifici del futuro».

I raggi catodici si ottengono facilmente mediante la scarica elettrica nei gas molto rarefatti. Molti lettori li avranno visti e tutti potranno averne un'idea leggendo gli aurei volumi che il Righi scrisse per il pubblico. Le figure che pubblichia-

mo sono tratte appunto dal fortunato volume del Righi: *La moderna teoria dei fenomeni fisici*. Le figure rappresentano tubi di vetro in cui si può fare il vuoto per mezzo di una buona macchina pneumatica (o di due, una Geryk e una Gaede, associate); alle loro estremità sono saldati due fili di platino che portano due laminette a elettrodi di alluminio: *a* (anodo) in comunicazione col polo positivo di una sorgente ad alto potenziale, *c* (catodo) in comunicazione col polo negativo. Se la pressione dell'aria contenuta nei tubi è quella atmosferica e si fa passare la scarica, si ottiene una scintilla rumorosa e brillante; se la pressione si abbassa a un decimo di atmosfera, si ottiene una luminosità come nella figura 1. In corrispondenza del polo positivo si ha una luce rosea a contorni sfumati, al catodo si ha invece una luce violacea e in mezzo lo spazio oscuro di Faraday.

Proseguendo nella rarefazione, la luce positiva, della quale non ci occuperemo più, va diventando più sfumata, si stratifica e si ritira sempre più verso l'anodo, fino a scomparire del tutto. La luce negativa prima si diffonde sul catodo come nella figura 2; poi si divide in due strati come nella figura 3 (lo spazio interposto è poco luminoso e si chiama spazio oscuro di Hittorf o di Crookes, o anche, per non far torto a nessuno, spazio oscuro del catodo); infine anche la luce negativa che si è intanto andata sempre più diffondendo e attenuando come nella figura 4, finisce anch'essa, quando si arriva a circa un milionesimo di atmosfera, con lo sparire del tutto. Prima però di questo momento, le pareti del tubo che sono di fronte al catodo assumono una fluorescenza verdastra che è dovuta a raggi che provengono dal catodo e appunto per questo si chiamano raggi catodici.

Lo scopritore dei raggi catodici si può considerare Hittorf che fu precorso da Plücker. Hittorf infatti, riprendendo alcune esperienze di Plücker, il quale aveva notato una luminosità in vicinanza del catodo di un tubo a vuoto attraversato dalla scarica elettrica, si era accorto che la luminosità era prodotta da raggi provenienti dal catodo e propagantisi in linea retta, tanto che, interponendo un oggetto tra il catodo e la parete opposta si poteva ottenere l'ombra dell'oggetto.

Questi fatti, per quanto importanti, erano rimasti senza seguito. Fu per merito di William Crookes che ottennero uno sviluppo addirittura rivoluzionario. Valendosi di nuovi tubi che si diffusero rapidamente col suo nome e si adoperano ancora dappertutto, il geniale scienziato riottenne l'ombra elettrica e dimostrò, con esperienze che son diventate classiche, che i raggi catodici pro-

ducono effetti meccanici e termici. Egli emise inoltre l'ipotesi della «materia radiante». L'espressione è di Faraday, che nel 1816 aveva accennato alla possibilità di un quarto stato della materia (oltre il solido, liquido e gassoso), che fosse lontano dallo stato aeriforme quanto questo è lontano dallo stato liquido. Il Crookes vide nei raggi catodici questa materia allo stato radiante o materia-radiazione. Secondo lui, i raggi catodici erano molecole d'aria allo stato radiante, elettrizzate negativamente. Oggi diciamo che si tratta di particelle elementari di elettricità negativa, di elettroni: sostanzialmente è la stessa cosa. Il merito di Crookes è tanto più grande in quanto quasi tutti i fisici del tempo e in particolare il grande Hertz sostenevano invece che si trattasse di radiazioni elettromagnetiche. Anche qui dobbiamo citare con compiacimento Augusto Righi, il quale accet-

tò l'idea di Crookes e la confermò con le sue ombre elettriche, ottenute a pressione ordinaria.

Altre conferme decisive ebbe l'ipotesi di Crookes da Perrin, il quale dimostrò direttamente che i raggi catodici possiedono carica negativa; e da J. J. Thomson e da Majorana, i quali dimostrarono che i raggi catodici hanno velocità minore di quella della luce e non possono perciò essere di natura elettromagnetica. Studiando i raggi catodici, Thomson fondò inoltre la teoria elettronica e Roentgen scoprì i raggi X. Anche la radioattività è una lontana conseguenza delle esperienze di Crookes.

Al Crookes si deve pure un piccolo apparecchio (un tubetto contenente radio e uno schermo fluorescente e una lente d'ingrandimento) detto spinteriscopio, col quale si riesce a vedere lo scintillio prodotto dai raggi *alfa*, anzi addirittura a

contare le particelle *alfa* delle sostanze radioattive. La gloria di Crookes come scienziato non è dunque un'opinione. Vedremo nel prossimo articolo se si può dare lo stesso giudizio sul Crookes spiritista.

CROOKES SPIRITISTA*

Al recente Congresso delle scienze si è parlato, si può dire, di tutto, dal nucleo atomico alla stratosfera, dalle vitamine ai carburanti, dal piano regolatore di Roma agli ultimi progressi delle comunicazioni ferroviarie, dalla crisi di crescita della psicologia al reumatismo e ai nuovi prodotti antimalarici, dagli scavi di Ercolano agli studi etruscologici, dall'inesistente problema economico dell'oro al gravissimo problema della difesa dagli attacchi aerei, dalla bonifica integrale ai moderni criteri d'igiene di circolazione nelle metropoli, dal concetto di esperienza allo spirito dei tempi nuovi – e si potrebbe continuare per un pezzo;

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 21 ottobre 1932.

ma non si è parlato di spiritismo, di occultismo e di altri miracolismi del genere. Si vede che tra questi *ismi* e la scienza non c'è una grande cordialità. La colpa è degli spiritisti o degli scienziati?

William Crookes, delle cui ricerche spiritistiche esce una bella edizione a cura di Emilio Servadio (Milano, Libreria Lombarda) risponderebbe probabilmente, e non senza fondamento, che la colpa è degli uni e degli altri ma forse si troverebbe in imbarazzo se tentasse di darne le ragioni; né sappiamo come farebbe a spiegarci la diversa fortuna e il differente valore scientifico delle sue ricerche sulla materia radiante e di quelle sui fenomeni dello «spiritualismo». Le ricerche sulla materia radiante fanno oramai, come si è visto, parte integrante della fisica moderna. Si sono chiarite, si sono precisate e splendono più di prima. La materia radiante di Crookes, anche se nel

caso dei raggi catodici si preferisce chiamarla elettricità radiante, esiste senza dubbio: e anche i raggi luminosi e le altre radiazioni sia elettromagnetiche che corpuscolari sono in fondo materia radiante, dopo Louis de Broglie; le esperienze di Crookes sui raggi catodici si continuano a ripetere nei corsi di fisica con viva soddisfazione degli studenti. I raggi catodici sono, come pensava Crookes, corpuscoli carichi di elettricità negativa, fanno ruotare leggeri mulinelli, arroventano una laminetta di platino opportunamente disposta, producono bellissimi effetti di fluorescenza e sono l'origine dei piú sorprendenti progressi della fisica degli elettroni.

Le ricerche spiritistiche rimangono ancora ai margini della scienza. Anche il Servadio che fa di Crookes spiritista un'affettuosa e intelligente apologia, pure ritenendo che in materia di spiritismo

non siamo piú ai primi passi, soggiunge che siamo «lontanissimi da una meta finale che ancòra assai oscuramente s'intravede»: conviene cioè che, come dicevamo, lo spiritismo non è ancora una scienza.

Crookes cominciò molto bene e durante tutte le sue ricerche spiritistiche disse verità preziose. Egli dichiarò piú volte che non aveva e non voleva avere preconetti in nessun senso e che voleva studiare i fenomeni medianici col metodo degli accademici del Cimento, come puri fatti, senza fare ipotesi, né nascose il suo fastidio per la pseudo-scienza e la pseudo-religione degli spiritisti che conoscono tutto a parole e ripugnano alla verità e alla serietà della scienza. «Lo spiritualismo – egli osservava – così com'è inteso dai suoi piú devoti seguaci, è una religione. I *medium*, generalmente giovani membri della famiglia, sono

vigilati con un esclusivismo e una gelosia che un estraneo difficilmente può vincere. Appassionati e coscienziosi credenti nella verità di certe dottrine ch'essi pensano confermate da manifestazioni credute miracolose, la presenza di uno scienziato investigatore è per essi una profanazione dell'altare. Come favore personale mi fu concesso varie volte di assistere a riunioni che avevano piuttosto l'aspetto di cerimonie religiose che di sedute spiritualiste. Ma il venire ammesso per eccezione una o due volte, come uno straniero poteva esserlo ai misteri eleusini o un pagano far capolino nel *Sancta Sanctorum*, non è certo il modo più adatto per accertare fenomeni e scoprire leggi. Appagare la curiosità è una cosa, condurre una ricerca sistematica è un'altra; ed io cerco continuamente la verità».

Bisogna tuttavia convenire che anche il Crookes finì per convertirsi a questa strana religione e che perciò le diffidenze che i suoi esperimenti spiritistici suscitarono nel mondo scientifico non erano del tutto ingiustificati. «A mio giudizio – egli dichiarò il 28 novembre 1916 – essi (i fenomeni medianici) provano i richiami che in loro favore sono stati fatti da parecchi miei colleghi e amici della *Society for Psychical Research*, in quanto accennano all'esistenza di un altro ordine della vita umana in continuazione di questa, e dimostrano la possibilità, in certe circostanze, di comunicare fra questo e l'altro mondo». Non è questa l'essenza della religione medianica? E non sono veri riti religiosi le esperienze fatte da Crookes con miss Cook, la quale sarebbe stata la medium dello spirito di Katie King o Annie Morgan che fosse? Il commento a queste esperienze,

pubblicato nel giornale *The Spiritualist* del 1874 e ristampato nella traduzione di J. Alidel delle *Ricerche* del Crookes (Parigi, Librairie des sciences psychologiques), a me sembra inattaccabile dal punto di vista del Crookes. Quelle esperienze sarebbero una delle prove piú decisive della religione dello spiritismo e non si capisce come lo scienziato inglese non lo abbia apertamente riconosciuto. Ma forse è per questo che egli non si decise mai a pubblicare il trattato scientifico che aveva promesso. L'abbandono delle ricerche spiritistiche si deve molto probabilmente a una crisi di coscienza. Il Crookes era troppo scienziato per accettare il *credo quia absurdum* e troppo convertito o compromesso per tornare senz'altro alla scienza.

Le ricerche medianiche del Crookes lasciano perplesso chi le esamini dal punto di vista scienti-

fico, e le diffidenze dello Stokes e della Società Reale di Londra a me sembrano naturali; né si può escludere che il comunicato dello *Spectator* sul rifiuto della memoria di Crookes su una «nuova forza» avesse carattere ufficioso, tanto è in armonia con le dichiarazioni dello Stokes. «La Società Reale – scriveva lo *Spectator* – sarebbe stata disposta, dicono, a prendere in considerazione le comunicazioni affermanti l'esistenza di una forza naturale non ancora conosciuta, se quelle comunicazioni avessero contenuto prove sufficienti a stabilire la possibilità; ma per l'improbabilità dei fatti attestati dal signor Crookes e per la *completa mancanza di precisione scientifica* nelle sue affermazioni, la sua memoria non fu ritenuta degna dell'attenzione della Società Reale».

Il Crookes infatti, per provare la nuova forza si vale del medium signor Daniele Douglas Home a cui fa eseguire l'esperienza della fisarmonica. Il signor Home non ha l'aspetto del mistificatore ma l'aspetto classico dello spiritista dell'Ottocento. Ha i capelli irti come se fosse elettrizzato, lo sguardo e l'atteggiamento della persona tra di spiritato e di uomo che le beve. Dev'essere stato molto divertente. Il signor Home prese la fisarmonica tra il pollice e il medio dal lato opposto alla tastiera e, dopo che fu aperta la chiave di basso la introdusse in una gabbia posta sotto un tavolino ma in modo che fosse visibile dal Crookes e da altri spettatori. «Questi videro ben presto la fisarmonica ondeggiare curiosamente; quindi se ne sprigionarono alcuni suoni, e infine varie note furono sonate una dopo l'altra. Mentre ciò avveniva, il mio assistente si portò sotto la tavola e di-

chiarò che la fisarmonica si stendeva e si contraeva; nello stesso tempo la mano del signor Home, che la reggeva, appariva perfettamente immobile, e l'altra riposava sulla tavola. I vicini del signor Home videro, poi, la fisarmonica muoversi, oscillare, girare dentro la gabbia, e suonare nel medesimo tempo».

In seguito ci fu qualcosa di più sorprendente «poiché il signor Home abbandonò la fisarmonica, traendo addirittura la mano fuori della gabbia e ponendola nella mano di un suo vicino, mentre l'istrumento continuava a sonare senza che alcuno lo toccasse e nessuna mano gli s'accostasse».

Il Crookes dichiara che non si convinse della realtà di questo fatto e di altri simili «se non dopo averli constatati almeno sei volte circa e averli esaminati con tutto l'acume critico» di cui era ca-

pace. Di queste varie esperienze egli non dà però i particolari, anzi parrebbe che l'esperienza della fisarmonica descritta sia stata unica, almeno se teniamo presenti le circostanze indicate da Crookes e la testimonianza di William Huggins il quale scrisse al Crookes: «Le bozze del suo articolo contengono, a mio avviso, un'esatta relazione su quanto avvenne da Lei in mia presenza. Il posto che occupavo presso la tavola non mi consentí di vedere la mano del signor Home staccarsi dalla fisarmonica, ma questo venne attestato da Lei e dalla persona che sedeva dall'altra parte vicino al signor Home. Mi sembra che gli esperimenti dimostrino l'opportunità di indagini ulteriori; comunque desidero sia ben chiaro che io non mi pronunzio in alcun modo circa la causa dei fenomeni accertati».

D'altra parte il Crookes ci fa sapere che per varie ragioni tra le quali gl'inesplicabili alti e bassi del signor Home, «solo di rado accadde che un risultato ottenuto una volta, si sia potuto poi confermare e controllare con apparecchi specialmente allestiti». I fenomeni perdono così ogni carattere scientifico e si abbassano a semplici perturbazioni.

Io trovo molto strano che il Crookes non abbia cercato di fare uno studio esauriente dell'esperienza della fisarmonica (o delle altre), in modo da mettere fuori dubbio che il fenomeno non si può spiegare con le forze conosciute, e che non abbia cercato d'indagarne le leggi. Davanti ai raggi catodici, egli si è comportato in un modo del tutto diverso e bisogna convenire che con tutte le sue esperienze spiritistiche egli ci sorprende ma non ci convince. Perché si è valso della fisarmo-

nica? Egli ci risponde che la fisarmonica è facilmente trasportabile e non consente trucchi; ma una tromba o un semplice tubo sonoro sarebbero evidentemente preferibili. Poi io non sono affatto convinto che con la fisarmonica non siano possibili trucchi, anzi ritengo che gl'illusionisti siano capaci di rifare l'esperienza del signor Home.

L'esperienza della signorina Cook è piú stupefacente. Questa medium si mette sdraiata al buio e cade assopita. Allora appare un'altra donna, Katie, la quale parla, si lascia abbracciare, si lascia tagliare una ciocca di capelli e poi sparisce non si sa come. Io non pretendo di spiegare né questo né altri fatti riferiti dal Crookes. Affermo soltanto che essi non sono fenomeni scientifici. Siamo su un terreno infido e senza nuove indagini, nulla si può dire di preciso. Trucchi, illusioni, allucinazioni non sono da escludere. Lo studio

andrebbe ripreso. Se ne dovrebbero interessare non solo i fisici ma anche i fisiologici e i medici. Fino a prova contraria, nonostante l'autorità di Crookes io credo che anche i fatti stessi siano incerti.

LA SIGNORA CURIE*

È morta, come i lettori sanno, la mattina del 4 luglio, nel sanatorio di Sancellemoz presso Salanches, nell'Alta Savoia, di un'anemia perniciosa alla quale non sono state estranee le sue famose esperienze sulla radioattività. Era andata nel sanatorio a malincuore, in seguito alle insistenze di vari medici, e di lì aveva ancora continuato a dirigere l'Istituto del Radio. Ma il caso era gravissimo e divenne subito disperato, sicché, dopo due o tre giorni, è sopravvenuta la catastrofe. Era assistita dalle figlie, dal genero, F. Joliot: e ha conservato la lucidità di mente quasi fino all'ultimo. È stata sepolta accanto al marito a Sceaux, dopo

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 21 luglio 1934.

funerali di carattere strettamente familiare: ha voluto scomparire in silenzio. Le commemorazioni solenni si faranno alla riapertura dell'anno accademico, per iniziativa del Ministero di Educazione nazionale.

La rivedo come la vidi al Convegno di fisica nucleare. Era una vecchina vestita di nero, linda, semplice, buona. Ispirava simpatia e confidenza, tanto che veniva la voglia di chiamarla mamma. Ai tempi del radio doveva avere il fascino della Berthe Morisot di Manet.

Era nata Maria Sklodowska, a Varsavia, il 7 novembre 1867. Suo padre insegnava fisica e chimica nel Collegio di Varsavia e la piccola Maria gli faceva da assistente; sicché, com'è stato ben detto, le sue prime bambole furono le provette, i matracci e le storte.

Implicata in movimenti «sovversivi» studenteschi, cioè in movimenti miranti all'indipendenza della sua patria, Maria Sklodowska fuggí all'estero e andò a finire gli studi a Parigi alla scuola di Henri Becquerel. A Parigi, nel 1894, conobbe e amò uno scienziato eminente e un nobilissimo spirito, Pierre Curie, che sposò nel '95. Da lui ebbe le due figlie Irene ed Eva. Irene è Madame Joliot, ben conosciuta dai nostri lettori. Nel 1898 Madame Curie o, come lei preferiva di chiamarsi, Madame Pierre Curie scoprí, in collaborazione col marito il radio e il polonio e molte loro importanti proprietà.

La fisica era allora in uno dei suoi periodi piú belli: all'alba del nuovo mondo che poi fu sistemato con la teoria degli elettroni. William Crookes aveva fatto le sue esperienze sui raggi catodici, che considerava come una materia allo stato ra-

diante. Subito dopo di lui, studiando i raggi catodici, Röntgen scopriva i raggi X. E poiché questi nuovi raggi misteriosi avevano origine dalla regione fluorescente del tubo di Crookes, Poincaré aveva emesso l'ipotesi che i raggi X fossero caratteristici della fluorescenza, che cioè tutti i corpi fluorescenti li dovessero emettere, indipendentemente dai raggi catodici. Volendo verificare quest'ipotesi, Henri Becquerel scoprì la radioattività dell'uranio. La giovine Madame Curie si appassionò agli studi del maestro e seppe andare assai più oltre. Essa vide che un composto di uranio aveva una radioattività maggiore di quella dell'uranio che conteneva. Essendo la radioattività una proprietà atomica, come aveva compreso Becquerel, il composto doveva contenere un corpo più radioattivo dell'uranio. Il marito fu dello stesso parere e così i due coniugi si misero feb-

brilmente alla ricerca del nuovo elemento radioattivo e trovarono il radio e il polonio. Fu una delle ricerche più laboriose che si possano immaginare, giacché, per ottenere qualche centigrammo di un sale di radio, si dovettero trattare diverse tonnellate di pechblenda di Joachimsthal: e un capolavoro d'intelligenza e di pazienza, anche per gli scarsissimi mezzi di cui i due ricercatori disponevano.

Non è il caso di stare a sottilizzare sulla parte avuta da ciascuno nella scoperta. Pierre Curie era un uomo di grande ingegno ed era valentissimo in materia di fisica sia dal lato teorico che da quello sperimentale. Dal punto di vista fisico, il suo contributo fu certamente notevole ed essenziale. La Signora ebbe però l'iniziativa della ricerca e contribuì alla scoperta con l'intelligenza, la tenacia e la grande competenza chimica. La sco-

perta del radio e del polonio si deve principalmente a lei. Del resto, dopo che, nel 1906, Pierre Curie fu travolto da un carro, Madame Curie continuò a lavorare e riuscì nel 1910 a ottenere il radio allo stato metallico. E così mentre nel 1903 aveva avuto metà del premio Nobel per la fisica insieme al marito per i lavori sui raggi delle sostanze radioattive (l'altra metà fu data al Becquerel, «scopritore della radioattività spontanea»), nel 1911 ebbe da sola il premio Nobel per la chimica per la scoperta del radio e del polonio, per avere isolato il radio allo stato metallico e averlo definito rigorosamente e per le ricerche fatte sui composti del radio. Pochi premi Nobel sono stati dati così felicemente: Madame Curie è la più grande scienziata del suo tempo e di tutti i tempi.

Con le scoperte, i coniugi Curie divennero strepitosamente celebri. Oggi possiamo dire non solo

che non ci fu esagerazione ma che la radioattività era assai piú nuova di come si poteva credere dai piú entusiasti. Con le scoperte dei Curie e con quelle fatte dopo da altri fisici tra i quali va citato il Rutherford, appariva chiaro che l'atomo era un mondo complesso che poteva disgregarsi e si disgregava effettivamente nelle sostanze radioattive. Il radio si trasformava spontaneamente nell'emanazione, che è un gas luminoso nell'oscurità, il quale, aderendo ai corpi circostanti, li rende radioattivi; si trasformava nel radio A, nel radio B e cosí via fino al radio F o polonio. Il radio emetteva calore, emetteva radiazioni e il suo peso non diminuiva. Fu persino affacciata l'ipotesi che il principio della conservazione dell'energia non fosse piú valido.

Ora vediamo che la radioattività non appartiene propriamente alla fisica atomica ma a quella nu-

cleare; che essa dimostra non solo che l'atomo è complesso ma che lo stesso nucleo è complesso e può disgregarsi. Che il principio della conservazione dell'energia possa non esser valido non sorprende più. Per spiegare l'emissione dei raggi *beta* dalle sostanze radioattive anche Bohr ha dovuto supporre qualcosa di simile. Negare la conservazione dell'energia non significa più ammettere il moto perpetuo. Oggi si parla, con molto fondamento, di elettroni di materializzazione (la frase è di Madame Curie), cioè di coppie di elettroni dei due segni che risultino dalla trasformazione di un atomo di luce. Non sappiamo tutti che l'onda e il corpuscolo, l'energia e la materia si possono distinguere ma non separare? Nulla di strano che ciò che prima credevamo energia si trasformi in «materia». Si tratta sempre della trasformazione di una forma di materia-energia in

un'altra. Non solo i raggi catodici sono materia radiante, materia-radiazione (è l'idea di Louis de Broglie) ma anche i raggi luminosi e i raggi X (Planck e Einstein). Che ci sia ancora molto da approfondire, specialmente dal punto di vista filosofico, è verissimo.

Madame Curie è morta dopo aver visto la nuova giovinezza della radioattività, che non è meno meravigliosa della prima: e dopo aver visto che a questa nuova radioattività hanno portato un contributo essenziale la figlia e il genero nel laboratorio da lei diretto e sotto la sua vigilanza.

Non sappiamo immaginare una piú alta felicità.

AUGUSTO RIGHI*

Da quando ebbe l'uso della ragione – come si compiaceva di ricordare – fino alla morte, Augusto Righi dedicò tutte le sue energie alla fisica; ma chi, per questo, vedesse in lui soltanto uno specialista, si lascerebbe sfuggire il carattere fondamentale della sua personalità. Il Righi fu soprattutto un uomo intero. Chi ricorreva a lui perché gli chiarisse qualche dubbio o qualche difficoltà sperimentale, si accorgeva immediatamente che il Maestro era non solo una mente lucida e sicura, ma una grande forza morale. A contatto con lui, si sentiva che la scienza non è una sterile

* Pubblicato ne «L'Arduo», 1922, p. 125; ristampato come introduzione all'antologia *Galileo*, Milano, 1925.

esercitazione accademica ma un'attività che investe tutta la vita.

Quest'uomo ch'era sempre all'avanguardia del movimento scientifico era certo un uomo moderno, ma senza le ansie, le perplessità, i decadentismi che hanno tormentato la coscienza italiana dal Petrarca e soprattutto dal D'Annunzio in poi.

Fin da ragazzo, si trovò come per istinto sulla via della fisica sperimentale, e andò avanti, senza fermarsi e senza distrarsi. Coscienza virile, preferì cercare con umiltà la verità concreta, anche se potesse sembrare piccola a chi vorrebbe, con gesto da titano impotente, conquistare le nuvole; uomo di fede calmo e contento, non sentì mai il bisogno di trascendere la sua scienza, né di complicarla con teorie metafisiche, o di assumere atteggiamenti messianici o tribunizi. Programma e opere, scienza e vita, erano una sola

cosa per lui. Egli, in una parola, aveva già realizzato quell'esigenza di concretezza piena che ai piú vigili idealisti odierni sembra la caratteristica dei tempi nuovi.

Sotto certi punti di vista, somiglia al Verga, il quale aderisce cosí pienamente alla sua arte da riuscire, come dicono, impersonale, senza pensare che cotesta impersonalità è la piú alta affermazione lirica.

Piú che un uomo di studi, lo si direbbe un uomo d'azione, a vederlo intento per cinquant'anni alla sua ricerca sperimentale da cui non si stacca un momento: ed è un idealista attuale che non conosce dualismi e risolve tutta la realtà nella sua ricerca creatrice.

Augusto Righi è noto anche al gran pubblico per essere stato il nonno del telegrafo senza filo; ma l'oscillatore a tre scintille, se diventò popolare

per l'applicazione che ne fece il Marconi, è stato per il Righi un apparecchio puramente scientifico. Con esso il geniale fisico riuscì a creare onde elettriche assai più brevi di quelle che era riuscito ad ottenere Hertz e così poté completare quell'ottica delle oscillazioni elettriche iniziata dal grande tedesco, dando la più ampia conferma alla teoria elettromagnetica della luce. Enrico Hertz aveva dimostrato che le onde elettriche si propagano con la velocità delle luminose, si riflettono e si rifrangono. Il Righi, ottenendo onde di qualche centimetro o di qualche millimetro, riuscì a riprodurre quasi tutti i più importanti fenomeni dell'ottica: interferenza, diffrazione, riflessione su dielettrici, riflessione totale, polarizzazione, doppia rifrazione. Pur riprendendo una ricerca di Hertz, egli è riuscito ad essere originale, anche perché ha saputo creare nuovi dispositivi (il glorioso

oscillatore e il risonatore) e dar vita nuova a dispositivi vecchi (specchi e biprisma di Fresnel), superando difficoltà sperimentali grandi e riuscendo, fra l'altro, a chiarire le relazioni tra la forza elettrica e la forza magnetica. Ha dimostrato, insomma, qualità eminenti di scienziato completo: sperimentatore, teorico e matematico. Ma il classico libro in cui queste ricerche sono esposte e che fu pubblicato nel '97, è ancora alla prima edizione e la maggior parte delle altre sue pubblicazioni sono disperse in atti accademici. Come si vede, siamo ben lontani dall'aver dato al Righi, contrariamente a quanto si potrebbe pensare alla prima, il riconoscimento che merita.

L'Ottica delle oscillazioni elettriche è un'opera fondamentale, ma il Righi non è tutto in quest'opera. A lui si devono, per limitarci a un cenno sommario, le ombre elettriche: ombre per-

fettamente simili a quelle di Crookes – ma ottenute nell'aria alla pressione normale – che preannunziano la teoria elettronica; l'analogo termico dell'effetto Hall che fu l'origine d'importanti ricerche compiute da Leduc, Ettingshausen, Nernst; la scoperta di due importanti singolarità del bismuto e di alcune proprietà del selenio; le variazioni di lunghezza che accompagnano la magnetizzazione; l'azione elettrizzante dei raggi ultravioletti e dei raggi X e i fenomeni su cui è fondato il moderno interruttore elettrolitico; il teorema sul moto dei ioni e la legge del fenomeno fotoelettrico e tante vedute teoriche tra le quali di gran valore quella della convenzione elettrica.

Gli si devono inoltre molte invenzioni di cui una tecnica: il telefono che si ascolta a distanza. Assai importanti: l'elettrometro idiostatico assai sensibile e quello per alti potenziali, una nuova mac-

china elettrica tipo Holtz che può funzionare anche in ambiente umido, gli apparecchi per la composizione dei movimenti oscillatori, un sensibilissimo polarimetro a penombra.

Il Righi seppe dimostrare la sua originalità anche studiando fenomeni scoperti da altri. Così, come hanno notato il Garbasso e il Corbino, studiando l'effetto Kerr, egli è riuscito a ottenere un fenomeno che si può considerare come un'anticipazione della celebre scoperta di Zeeman sulla quale fece poi ricerche così importanti.

Persino nelle sue conferenze di volgarizzazione e nelle sue lezioni, riusciva ad essere originale. Ogni argomento che trattava diventava nettamente suo, perché egli trovava sempre modo di inventare nuovi dispositivi o di trovare nuove spiegazioni. E sebbene fosse di una chiarezza ch'è diventata proverbiale, riusciva ad essere,

anche nei libri non strettamente tecnici, assolutamente rigoroso, tanto che le sue pubblicazioni potrebbero tutte portare l'epigrafe prezzoliniana: «Bisogna lavorar di mascella, ma lo stomaco non rimane a vuoto».

Il suo capolavoro è però senza dubbio il suo ultimo volume: *I fenomeni elettro-atomici sotto l'azione del magnetismo*. È un nuovo capitolo della fisica puramente righiano. E come se egli presentisse che questo suo libro è quello a cui rimarrà più specialmente legata la sua fama, l'ha curato in maniera speciale, indirizzandolo non ai fisici ma al pubblico e ha fatto una nuova esposizione della teoria degli elettroni, nonostante che questa teoria fosse stata da lui esposta fra l'altro in un'opera notissima anche all'estero e ha richiamato quasi tutte le sue ricerche anteriori.

Leggendo questo libro, si ha un'idea quasi completa della personalità righiana. C'è in esso il teorico audace ma sempre vigile e cauto, il matematico dalle linee classiche e soprattutto il fisico dell'esperienza pura, nel senso gentiliano. La verità del Righi è una verità salda, ma essenzialmente dialettica, una verità piena di slancio, una verità con le ali. Il libro è pieno di conquiste, ma sono conquiste protese verso l'avvenire e le ultime parole si riferiscono a un fenomeno sul quale egli fa delle ipotesi che non lo contentano e che perciò potrà essere – dice – lo scopo di nuove future ricerche. Quando gli sviluppi di cui è suscettibile quest'opera si saranno realizzati, si vedrà più chiaramente di che statura fosse lo scienziato di Bologna.

In questo volume son messi in luce tre fenomeni nuovi. Il primo è quello che egli chiama ma-

gneto-ionizzazione. Consiste in questo, che il campo magnetico favorisce la ionizzazione delle molecole gassose. La dimostrazione ch'egli ne dà è assolutamente convincente; ma il singolare è che, con quella parola, il Righi pone un problema, giacché essa, a rigore, significherebbe che il campo magnetico non facilita ma provoca addirittura la ionizzazione. «La possibilità di un simile effetto – dice il Righi – non può essere esclusa a priori; perciò non mi sembra opportuno modificare quel vocabolo».

Un'altra attività sono i raggi magnetici che il Righi suppone costituiti da coppie neutre giranti che risultano da un ione positivo e da un elettrone: qualcosa di simile alle stelle doppie. Il Righi presenta queste sue coppie come un'ipotesi di lavoro; ma è un'ipotesi così fondata che si direbbe realtà ed è in ogni modo un'idea di grande impor-

tanza anche perché è la prima pietra d'un edificio a cui il Righi pensava da gran tempo e che rappresenta uno dei compiti più importanti della nuova fisica, cioè la meccanica celeste degli atomi.

L'altra gemma del volume sono le rotazioni iono-magnetiche, cioè delle rotazioni che si producono in gas ionizzati posti nel campo magnetico e che sono dovute agli urti dei ioni e degli elettroni sotto l'azione del campo stesso. Il Righi ottenne per la prima volta queste rotazioni studiando l'azione meccanica che producono a distanza le scintille nell'aria rarefatta (scintille Righi, anch'esse, come tante altre cose di lui, piene d'avvenire); ma l'importanza di queste rotazioni consiste soprattutto nel fatto che il Righi, partendo da esse, è arrivato a costruire una teoria elettronica delle forze elettromagnetiche ed elettrodinamiche che finora si supposeva agissero a di-

stanza, aprendo così una nuova via alla fisica matematica. Un primo saggio elegantissimo di ricerche di fisica matematica su questa via l'ha dato egli stesso.

La morte l'ha sorpreso mentre stava per fare con ardore giovanile una nuova esperienza che, se avesse avuto l'esito che egli si aspettava, avrebbe certo sollevato un gran rumore nel mondo scientifico. L'esperienza però potrà esser fatta perch'egli l'ha descritta in una memoria pubblicata dopo la sua morte e nella quale ha rielaborato e completato la tesi che aveva già sostenuta in altre tre memorie precedenti con argomenti matematici che sembrano incontrovertibili, cioè la falsità della celebre previsione di Michelson, la cui mancata verifica sperimentale è stata l'origine della teoria della relatività di Alberto Einstein. Con la sua esperienza, il Righi voleva attentare

alle basi sperimentali di questa teoria, alla quale era ostile anche perché la trovava troppo matematica. Per lui, fisico alla Faraday, la scienza era realtà concreta e vivente. Aveva – è vero – una grande padronanza dei metodi matematici (i suoi saggi di fisica matematica sono dei gioielli) e in queste sue ultime memorie si fonda sul principio di Huyghens che aveva adoperato con tanta felicità per dimostrare la diffrazione delle onde herztiane; ma, in fondo, per lui la matematica era una specie di fisica dello spazio. Riconosceva però che la teoria di Einstein ha fornito risultati di tale importanza che dovrà rimanere in ogni caso nel patrimonio scientifico, almeno come ipotesi di lavoro.

La critica del Righi è fatta da un punto di vista strettamente ortodosso, tanto che egli credeva, sia pure a malincuore, che se la esperienza del

Michelson, nella nuova forma da lui immaginata, avesse dato di nuovo esito negativo, bisognasse aderire alla teoria della relatività. Ora si comincia a pensare che di esperienze veramente decisive per l'ammissione della teoria di Einstein non ce ne siano. Tuttavia l'esperienza del Righi conserva tutto il suo interesse, se non altro perché l'esito positivo di essa, che non può essere escluso a priori, renderebbe insostenibile il principio di relatività: ed è da augurarsi che sia fatta e presto. Sarebbe il miglior omaggio alla sua memoria e alla fisica sperimentale.

DONATI E RIGHI*

È morto un mese fa a Bologna, a quasi ottanta-sei anni, il professor Luigi Donati che era stato per gran tempo ordinario di fisica matematica all'Università e di fisica tecnica alla Scuola d'Ingegneria. La notizia è passata senz'eco: io l'ho letta con ritardo in un giornale tecnico.

Era uno dei maestri più insigni e più venerati della scuola bolognese. Del maestro aveva, come pochi, le qualità intellettuali e specialmente il dono di prodigarsi con gioia senza chieder nulla. Chi andava per chiedergli un consiglio, trovava in lui un amico sempre pronto a chiarire, a incoraggiare e a lodare ma nello stesso tempo rifuggente per istinto dalle cose troppo facili e dalle idee non

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 8 aprile 1932.

meditate. Chi lavorava sotto la sua guida, doveva fare magari pochissimo ma quel poco doveva essere chiaro, nitido, italiano. Egli amava soprattutto le formule ma senza virtuosismi e senza astrazioni. Una formula che non avesse valore fisico, per lui non aveva valore; se la formula era bella, egli ne gioiva come Giuseppe De Robertis quando deliba, sillaba a sillaba, un bellissimo verso delle *Stanze* o delle *Grazie*.

Le sue cose più importanti si trovano nel volume *Memorie e note scientifiche*, pubblicato a cura delle facoltà di scienze e della Scuola d'Ingegneria di Bologna, col concorso di enti, colleghi e allievi (Zanichelli, editore). Al di fuori di queste pubblicazioni strettamente scientifiche, ce ne sono varie altre di carattere didattico, e c'è tutta la sua lunga attività di insegnante. Il volume contiene scritti sull'elasticità, sui vettori, sulle correnti

alternate, sui raggi X, sui superconduttori, sulle teorie di Einstein e su vari altri argomenti di elettrologia. La memoria: *Sulle proprietà caratteristiche dei campi vettoriali* è una delle cose più belle che si abbiano sull'argomento e può stare benissimo accanto alla *Teoria geometrica dei campi vettoriali* di Galileo Ferraris. In questa memoria il Donati rivela tutte le qualità della sua bella intelligenza, in cui la matematica e la fisica erano una cosa sola. Bellissime sono tutte le altre memorie, in particolare quella sulla legge di reciprocità per le correnti elettriche, quella sul coordinamento dei fatti e delle relazioni fondamentali dell'elettromagnetismo e quelle sulle correnti alternate. Anche le ricerche molto speciali che il Donati fece su vari argomenti, sono modelli di ordine e di chiarezza e svolgono l'argomento con una completezza definitiva. Meraviglioso è, a questo pro-

posito, lo scritto: *Circuiti elettrici con reattanze a scaglioni*, che fu occasionato da un'osservazione di Chaumat riferita dall'*Elettricista*. Si trattava di un'anomalia, a prima vista sorprendente, presentata da un particolare circuito elettrico. Per Donati, invece, tutto è chiaro: e così ne nasce una nota ch'è una meraviglia: completa, nitida, elegante.

Luigi Donati ha, tra l'altro, il gran merito di avere uno stile. Egli vede le questioni da un punto di vista che è unicamente suo, pure essendo nella linea classica: e le sa presentare in una maniera personale. Le sue note hanno oggi e avranno domani il valore, la freschezza che avevano quando egli le scrisse: sono originali, al disopra delle mode che passano. Che siano feconde l'ha mostrato un suo intelligente discepolo: Cesare Rimini; e si vedrà meglio quando la fisica, superata la crisi che ancora la travaglia e chiarito definitivamente

l'enigma del nucleo atomico, ritornerà allo studio amoroso dei problemi particolari. Il Donati sapeva essere originale anche quando scriveva degli «appunti didattici». I suoi *Appunti didattici sulla teoria della relatività* sono una delle cose più sue. L'esposizione è fedelissima all'essenza della teoria einsteiniana ma ogni elemento scandalistico è scomparso, tanto che quando il Donati vi dice che «la teoria della relatività informata a criterii di pretta *oggettività sperimentale* trae dall'*aderenza* ai fatti la sua ragion d'essere e la giustificazione delle sue ardite innovazioni, che assumono l'aspetto di un necessario adattamento alla realtà», voi sentite che è vero, ma il merito è tutto suo.

Il Donati fu essenzialmente fisico-matematico, ma fece anche ricerche sperimentali importanti. Nella nota: *Sul rapporto fra l'attività elettro-*

dispersiva e l'attività fotografica dei raggi Röntgen, egli dimostrò, quando ancora i raggi X erano un mistero, cioè alcuni mesi soltanto dopo la loro scoperta, che, in armonia con «l'ipotesi probabile» che i raggi X «risultino da un complesso di radiazioni ultraviolette di diversa lunghezza d'onda», la loro azione dispersiva sull'elettroscopio è in rapporto costante con l'attività fotografica.

Pure mantenendosi nell'orbita classica, Luigi Donati non fu mai un conservatore a oltranza e seppe sempre fare buona accoglienza alle novità più audaci, senza mai cadere però nelle infatuazioni proprie di chi non ha una personalità. Simpatico è il suo atteggiamento davanti al sistema assoluto del Giorgi. L'idea è nuova e felice – egli disse – e la sua adozione segnerebbe un progresso per l'elettrotecnica.

Commovente addirittura è l'elevata amicizia che ebbe per Augusto Righi e che tutti conoscono. Io posso tuttavia aggiungere una notizia inedita che farà certamente piacere agli ammiratori del Donati e del Righi.

Alla fine del 1927, manifestai al Donati l'idea di occuparmi dell'opera e della vita del Righi, e gli chiesi qualche particolare sconosciuto. Fu allora che il compianto maestro mi diede i particolari che riferirò su Righi e il premio Nobel. «A tenore dello statuto per la Fondazione Nobel – mi scrisse il 12 dicembre – il Comitato speciale cui è deferita l'assegnazione del premio per la fisica può di anno in anno diramare inviti all'estero, a persone di propria scelta, per la proposta di un candidato giudicato meritevole del premio da conferirsi *a chi, nel campo delle scienze fisiche, abbia ultimamente fatto la scoperta o l'invenzione più im-*

portante. – Io ho avuto l'onore di essere invitato per gli anni 1914, 1916 e 1920; e sempre proposi il Righi: con esito negativo le prime volte, mentre nel 1920 intervenne la morte (8 giugno) a mandare a vuoto la proposta. – L'esito negativo delle prime due volte si spiega facilmente, data la specificazione del titolo surriferito e il tumultuario succedersi in quel tempo di nuove scoperte sensazionali che davano le precedenza ai loro autori. – Migliori speranze io nutriva la terza volta, sembrandomi che il nuovo invito suonasse incoraggiamento a insistere sul nome del Righi la cui attività era stata nel frattempo singolarmente feconda e informata ad un vasto piano organico: tanto più che lo studio critico dell'esperienza del Michelson col progetto particolareggiato di una nuova forma dell'esperienza stessa, destinata a dare

un risultato decisivo, potevano preludere ad una grande scoperta».

Il 9 gennaio 1928 il Donati mi mandò il testo italiano della relazione sull'opera del Righi anteriore al 1914 la cui traduzione francese fu inviata al Comitato per l'assegnazione del premio Nobel per la fisica, e la lettera d'accompagnamento della relazione sull'opera del Righi fino al principio del 1920, la quale «corrispondeva sostanzialmente a quanto, prescindendo dalla forma e dall'intonazione, si trova esposto nella commemorazione del Righi tenuta il 1° novembre 1920 all'Archiginnasio e di cui, per mandato della Facoltà di Scienze, fui io l'oratore».

La relazione del 1914 e la commemorazione all'Archiginnasio contengono giudizi molto intelligenti sull'opera di Augusto Righi. «Sembra a me – dice il Donati nella relazione del 1914 – che

l'opera dell'eminente fisico bolognese si raccomandi fortemente all'attenzione di codesto Comitato: perché, sebbene Egli non abbia prodotto ancora nessuna di quelle scoperte clamorose, che bastano a rendere di un tratto un nome celebre in tutto il mondo, ha tuttavia recato un contributo al progresso della fisica, la cui vastità e importanza sostanziale non può non essere apprezzata da giudici così sapienti.

«L'attività del Righi tocca tutti i capitoli della fisica, e culmina poi nel campo della Elettrologia intesa nel significato attuale che ne fa come la sintesi dello scibile fisico. Essa è profonda e sagace: procede sempre guidata da un sicuro intuito che sviscera ogni questione cogliendone i punti salienti e nulla lascia sfuggire che meriti di essere notato, e armata di un'abilità sperimentale le cui risorse inesauribili hanno del meraviglioso e rie-

scono a superare con singolare agevolezza le più ardue difficoltà. Essa costituisce come una vasta miniera di osservazioni e di esperienze geniali e decisive da cui la scienza ha tratto già ampio profitto e dovrà trarne ancora nell'avvenire.

«Soggiungerò ancora che, sebbene il nome del Righi, come dissi, non sia legato a nessuna scoperta clamorosa, si può tuttavia rilevare che il primo apparecchio di radiotelegrafia ebbe un oscillatore del Righi: il che prova che nella mente dell'inventore fu l'opera del Righi ad agire; né va dimenticato il carattere di quest'opera mossa dalla pura tendenza alla ricerca della verità. Inoltre va notato che varie leggi enunciò il Prof. Righi che furono largamente utilizzate; e molti fenomeni poté per primo porre in rilievo che potrebbero ben portare il suo nome: ma vi è da tener conto della relativa lentezza e difficoltà con cui anche i

migliori lavori italiani riescono a farsi conoscere e ad essere degnamente apprezzati nel mondo scientifico».

La relazione continua con un'analisi dell'opera del Righi su cui non possiamo fermarci, come non ci possiamo fermare sulla commemorazione all'Archiginnasio che però il lettore può trovare facilmente e leggere. Il Donati capisce a fondo il suo grande amico e ce lo fa vedere nei vari aspetti di precursore e attore principale della grande evoluzione recente della fisica e in quelli d'inventore, d'insegnante e di divulgatore della scienza. Per il Righi sperimentatore egli ha la «piú sconfinata ammirazione». Il Righi dirigeva l'andamento dei fenomeni «con la calma sicura di un sovrano che imparte ordini sapendo di essere obbedito... Era una successione caleidoscopica di fenomeni brillanti svolgentisi sotto gli occhi de-

gli spettatori attoniti, cui pareva di trovarsi in un mondo d'incanto dominato da una potenza soprannaturale».

Sono senza dubbio parole entusiastiche ma si sente che Donati è sincero e coglie nel segno e che nel Righi esalta non tanto l'amico quanto il suo stesso ideale scientifico.

RIGHI E MARCONI*

Ho letto con molto dolore il giudizio sul Righi che Alberto Spaini ha pubblicato nell'ultima *Italia letteraria*, tanto che sento il bisogno di scrivere queste righe nonostante che sia sceso adesso dal treno e sia tardi. Parlare di Augusto Righi come di un professore (in senso dispregiativo) che «aveva, si vede, costruito un giocattolino piú o meno ingegnoso» è enorme: e non so davvero che popolo sia quello che, secondo lo Spaini, «ride piú che mai». Ho visto il popolo bolognese, il giorno della morte del Righi, piangere unanime. Era l'8 giugno del 1920. Il popolo era esasperato

* Pubblicato ne «L'Italia letteraria», 5 ottobre 1930, in polemica con un articolo di A. Spaini nella stessa rivista, 28 settembre 1930.

e diviso, ma tutti tacquero e s'inchinarono quando la gran luce si spense.

Alberto Spaini ha dato, senza volerlo, un gran dispiacere anche a Marconi, che ha sempre esaltato l'opera scientifica di Augusto Righi e, quando lo scienziato morì, telegrafò il suo rimpianto e la sua gratitudine. Marconi e Righi, come la scuola matematica bolognese, come Francesco Maria Grimaldi e Luigi Galvani, sono glorie d'Italia.

So benissimo che l'antitesi Righi-Marconi non è una creazione di Spaini, ma questo non significa che sia fondata. Forse è dovuta ad una confusione tra il concetto di scienziato e quello d'inventore.

Augusto Righi è uno scienziato e uno scienziato molto serio che non aveva simpatie per i giocolini più o meno ingegnosi. Ha fatto parecchie invenzioni, ma si tratta d'invenzioni *scientifiche*,

come diceva Bruno Biancoli: si tratta di mezzi, di momenti della ricerca scientifica. Lo stesso «telefono che s'ascolta a distanza» non ha, per Righi, valore tecnico: è una bella esperienza. Righi non insiste appunto perchè, dal punto di vista scientifico, l'invenzione non presenta interesse.

Esclusivamente da scienziato si comporta il Righi nei riguardi delle onde elettriche. Dà schiarimenti e consigli al giovanissimo Marconi, gli fa vedere le sue esperienze, ma non sogna minimamente, né allora né mai, di mettersi sulla via su cui si metterà audacemente il grande inventore. Egli si occupa delle onde elettriche per conoscerle. Il suo scopo è quello di continuare l'opera di Hertz, cioè di dimostrare che le onde elettriche sono della stessa natura di quelle luminose. Col banco di cui fa parte il famosissimo oscillatore (altro che giocattolino!), il Righi non vuole entrare

in gara con Marconi ma portare a compimento l'ottica delle oscillazioni elettriche: e scrive così – anche gli stranieri lo riconoscono – una pagina d'oro della storia della fisica.

Né l'opera del Righi si esaurisce nelle ricerche sulle onde. È un'opera vastissima (si può dire che tocchi ogni capitolo della fisica) nella quale egli rivela qualità eccezionali di sperimentatore e di teorico: un'opera seria e cauta e nello stesso tempo fresca, giovanile. Un giornalista come Spaini dovrebbe ammirare un uomo come Augusto Righi, che è un vero *recordman* della ricerca scientifica. Disse una volta che tutti stavano con lo schioppo pronto, per non lasciarsi sfuggire la minima scoperta scientifica che si profilasse all'orizzonte; ma era lui, Righi, il tiratore fulmineo e infallibile.

Può darsi che Righi non sia molto popolare; ma è forse popolare Galileo Ferraris? Lo stesso Galileo, senza il processo, sarebbe davvero popolare? Del resto Righi è conosciuto meno di come merita anche perché il suo temperamento equilibrato lo portava a togliere alla ricerca scientifica ogni carattere sensazionale. È dunque per una delle sue grandi virtù che non è molto popolare.

Moltissimo mi è dispiaciuto l'epiteto di professore datogli da Spaini. Nulla di meccanico c'era in Righi. Chi l'ha sentito una sola volta non può dimenticarlo. La sua voce armoniosa, il suo periodo perfetto, lo sguardo penetrante, il gesto da gran signore, le esperienze elegantissime, facevano di lui un maestro incomparabile. Chi lo sentiva, anche se non conosceva la fisica, anche se non conosceva l'italiano, non poteva non subire un vero fascino.

Marconi è grande. Gli applausi coi quali era accolto ogni volta che si presentava a Bolzano e a Trento, durante il Congresso delle scienze, sono piú che meritati: e noi ci siamo uniti col piú sincero entusiasmo alla folla plaudente. Che sia finalmente entrato all'Accademia d'Italia, va benissimo: ce ne congratuliamo con l'Accademia. Quello che non si capisce è perché mai, per esaltare Marconi, si debba dir male di Righi. Marconi è entrato ora nell'Accademia d'Italia, ma per noi, lui e Righi, erano iscritti d'ufficio fin dalla fondazione.

Guglielmo Marconi ha lavorato sempre in una via diversa da quella di Righi. I due grandi bolognesi non si escludono, ma si completano a vicenda.

Quando il popolo chiama Marconi scienziato, vuol dire che il grande inventore è colui che conosce e ha quasi il comando supremo delle onde

elettriche: vuol dire una cosa giustissima. Ma è pur evidente che Marconi non ha mai voluto fare dell'ottica delle oscillazioni elettriche. Proprio ieri a Pio XI che gli domandava che cosa fossero le onde elettriche, rispondeva: – Forse meglio di me lo sa Vostra Santità.

È vero che Marconi ha fatto numerose osservazioni scientifiche, ma è anche vero che egli non si è mai proposto fini teorici. La sua attività è originalissima e hanno assolutamente torto quelli che parlano della radio come di una pura applicazione scientifica. Come disse Quirino Maiorana, la radio è una vera e propria scoperta di Marconi perché supera la scienza del tempo. Ma i problemi strettamente teorici delle onde hanno interessato il mago solo in quanto potevano essere utili al fine che egli si è proposto sin da principio, che è quello di stabilire, per mezzo delle onde elettri-

che, comunicazioni sicure ed economiche a grandissima distanza.

Righi e Marconi sono ingegni diversissimi ma non opposti. C'è un punto anzi in cui la loro profonda fraternità trionfa: la fedeltà assoluta – e direi eroica – alla loro missione. Righi non ha che un amore: la Fisica; Marconi, la radio. Poco prima di morire, Righi dice che comincia allora a sapere un po' di fisica; Marconi, dopo aver detto che la radio ha superato persino la sua aspettativa, ne parla come se invece essa cominciasse ora.

GUGLIELMO MARCONI*

Si è detto tante volte che fu un grande inventore e con ragione; ma così non si definisce il suo genio, non se ne mette in evidenza la straordinaria novità. Guglielmo Marconi fu l'unico grande inventore industriale che abbia avuto l'Italia e, secondo me, il più grande che sia esistito finora.

* * *

Galileo è un grandissimo scienziato, ma è anche un grande inventore, nel senso più rigoroso dell'espressione. Il suo cannocchiale non è solo un episodio delle sue ricerche astronomiche: è

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 21 agosto 1937, col titolo: *Nel trigesimo della morte di Marconi: il suo genio.*

un apparecchio che potrà servire e servirà ad altri per altre ragioni, e Galileo lo perfeziona e lo dif-fonde e poco ci manca che non fondi una vera e propria fabbrica. Rasenta, se si vuole, l'industria ma non la attua e non vuole attuarla; e meno che mai la attua con la bilancetta, col microscopio, col termometro, con l'applicazione del pendolo agli orologi. Forse sarebbe entrato nella fase industriale col metodo per la determinazione della longitudine ma, sia pure per ragioni indipendenti dalla sua volontà, quell'idea non poté mai avere nemmeno un principio d'attuazione.

Volta ha inventato l'elettroforo, l'elettroscopio condensatore e la meravigliosa pila, ma rimane uno scienziato dei piú puri. Le sue invenzioni non sono che aspetti della sua attività scientifica; la pila ne è il coronamento.

Si può esprimere un giudizio simile per Galileo Ferraris. La sua grande invenzione non è per lui che la prova di una teoria, tant'è vero che non solo non ne vede le grandi possibilità pratiche che saranno ben comprese da Tesla, ma le nega.

Sembra ed è diverso il caso di Pacinotti, che inventa la dinamo e vuole industrializzarla. Ma, insomma, non ci riesce; e quando Gramme gli ruba l'idea, non tenta nemmeno di mettersi in gara con lui nel campo industriale e rimane sereno nel suo studio.

Guglielmo Marconi è e vuole essere soltanto inventore, e sa trovare i capitali, se non in Italia, in Inghilterra. Somiglia molto a Edison, specialmente per il senso industriale e per la perseveranza, ma non è, come il grande americano, l'uomo dalle cento invenzioni. Marconi è tutto e sempre nella radio, cioè in un'invenzione che tutti

credono senza avvenire e lui crede piena di avvenire. Per tutta la vita Marconi chiede sempre qualcosa alla radio, sempre di piú; e persino quando la radio supera la sua stessa aspettativa, egli continua a sperare e a lavorare instancabilmente. Il dolore per la sua scomparsa è dovuto anche al fatto che nessuno lo può sostituire. La radio è un'attività mondiale. Piú volte l'iniziativa è stata presa da altri e, nella trasmissione dall'Europa all'America con le onde corte, perfino dai dilettanti; ma Guglielmo Marconi riusciva sempre a riprenderla e a trovare nuove vie. Era il centro ideale, il patrono, il simbolo della radio.

* * *

Nel 1895, quando cominciò a Pontecchio le prime esperienze con le onde elettriche, poteva sembrare, come sembrò, un dilettante, un irrego-

lare, un visionario: era un inventore orientatissimo e deciso ad andare fino in fondo. Non aveva approfondito o non conosceva le teorie più raffinate, ma conosceva tutto ciò che c'era di utilizzabile nel campo della radio. Il suo primo apparecchio è quanto di meglio si poteva ottenere in quel momento: una sintesi dell'oscillatore a tre scintille del Righi con l'antenna di Popoff e col tubetto a limatura di Calzecchi-Onesti, studiato a perfezionato da Branly, da Lodge e da Popoff. Col suo nuovo apparecchio Marconi riuscì a trasmettere i tre punti della lettera s dell'alfabeto Morse non più a qualche metro ma a cinquanta, a cento, a ottocento metri. Era un grande successo. Marconi conosceva pure, a quanto sembra, le esperienze di trasmissione con correnti indotte che aveva fatto attraverso il canale di Bristol il Direttore dei servizi telegrafici inglesi, sir William Preece; e nel

febbraio del '96, visto che il nostro Governo non capiva ancora la radio, andò dal Preece, che gli tributò l'accoglienza che meritava. Marconi continua le sue esperienze e il 2 giugno ottiene il primo brevetto. In dicembre sir Preece tiene una conferenza in cui dice che Marconi ha ideato per il primo un nuovo utilissimo mezzo di comunicazione fra i popoli.

Marconi sviluppa le sue esperienze e nel maggio del '97 riesce a mandare messaggi col suo sistema di telegrafia senza fili attraverso il canale di Bristol, fra Penarth e Weston, a una quindicina di chilometri di distanza. Allora egli diviene dappertutto l'illustre inventore del telegrafo senza fili. Ripete le sue esperienze in Italia (alla Spezia, a Roma), ottenendo grande successo. Il direttore dell'*Elettricista*, prof. Angelo Banti, ben conosciuto dai nostri lettori, dopo aver esaminato gli

apparecchi di Marconi e assistito a diverse esperienze scrive: «Il nuovo sistema sarà foriero di conquiste per la scienza e per la pratica».

Nell'opuscolo che pubblicò in quell'occasione, il Banti aggiungeva che Marconi aveva profondamente modificato il tubetto a limatura, rendendolo «un organo minuto, delicato, di fina meccanica elettrica».

In base alla teoria di Hertz, ottima per spiegare le esperienze di ottica delle onde elettriche eseguite da Hertz e dal Righi ma del tutto insufficiente alla telegrafia senza fili, i fisici credevano allora e continuarono a credere per un pezzo che le onde elettriche si dovessero propagare come le onde luminose. Per superare gli ostacoli non c'era che la diffrazione. E poiché la diffrazione è tanto più efficace quant'è più grande la lunghezza d'onda adoperata, c'era da supporre che per tra-

smettere a notevole distanza occorressero onde lunghe. Fu questa probabilmente la ragione che indusse Marconi ad adottare le onde lunghe. Si vedrà così che, nelle esperienze dei primi anni, Marconi si comportava, nei riguardi della scienza, da uomo d'ordine, com'è sempre stato, e non da sovversivo, come alcuni credevano; oggi si potrebbe perfino sostenere che alla scienza egli abbia dato troppo peso. Il suo innegabile novecentismo avanti lettera era dovuto alla sua novità e non a febbre di successo. Come forma mentale, egli è addirittura opposto ad Einstein, a Schrödinger, a Dirac e agli altri astri della fisica novecento.

* * *

Il momento più bello della vita di Marconi, il suo momento eroico è quello della trasmissione transatlantica. Il 28 marzo del '99 egli era riuscito a

trasmettere a una trentina di chilometri, da Santh Foreland presso Dover a Wimereux presso Boulogne: aveva dunque soltanto raddoppiata la distanza dell'anno precedente. Il 12 dicembre del 1901 trasmette la lettera S da Poldhu in Cornovaglia a Sàqual Hill in S. Giovanni di Terranova, cioè a 3200 chilometri. La potenza era relativamente modesta (15 Kw.), la lunghezza d'onda era di 1800 metri. Non c'era amplificazione perché le valvole non esistevano ancora (non dico quelle a tre elettrodi ma nemmeno quelle di Fleming): il ricevitore che diede il risultato era un telefono collegato con un *coherer* automatico, cioè un apparecchio che poteva sembrare «del tutto insufficiente».

Con la trasmissione attraverso l'Atlantico, che è un capolavoro di abilità sperimentale ma è più ammirevole come atto di fede, Guglielmo Marco-

ni distruggeva le teorie della propagazione delle onde elettriche allora accettate da tutti, svegliando – possiamo dire – la scienza dal suo sonno dogmatico.

Marconi non si adagia sull'incredibile successo. Egli capisce subito che ciò che importa non è la trasmissione di un segnale ma la trasmissione dei messaggi; e nel viaggio di ritorno da San Giovanni sul piroscafo *Philadelphia*, continua le esperienze, ricevendo alla presenza di testimoni, numerosi «marconigrammi» provenienti dalla stazione di Poldhu. Si accorge però che la via in cui si è messo, per quanto gloriosa, non ha possibilità veramente nuove e sostituisce i vecchi ricevitori con quelli a detector magnetico. Coi ricevitori magnetici si compie la prima campagna della nave italiana *Carlo Alberto*, in cui Marconi trasmette

dispacci attraverso le piú alte montagne d'Europa.

* * *

Nel febbraio del '902, sul *Philadelphia*, Marconi scoprí l'azione della luce solare sulla propagazione delle onde elettriche: si accorse, cioè, che con le onde di circa duemila metri da lui adoperate «le distanze di trasmissione erano durante la notte parecchie volte maggiori che durante il giorno»; e questo indicava, per dirlo dunque con le sue parole «o un assorbimento dell'energia delle onde elettriche causato dalla luce solare, oppure una variazione nelle condizioni che permettevano alle onde stesse di raggiungere le massime distanze». Con queste esperienze, proseguite sulla *Carlo Alberto* e altrove, egli preparò a Heaviside e a Kennelly l'ipotesi della ionizzazione degli alti

strati dell'atmosfera, che diede origine a tutta una letteratura.

I progressi che Marconi realizzò dal '903 alla guerra mondiale sono stati da lui riassunti nella conferenza tenuta all'*Augusteum* il 3 marzo 1914. In questo periodo la radio realizzò tutti i progressi che erano possibili senza la valvola termoionica di de Forest, acquistando una sempre crescente importanza dal punto di vista civile, militare e sociale. Marconi continuò ad occuparsi degli effetti della luce solare e studiò l'indipendenza di funzionamento, l'aumento di portata delle stazioni e la trasmissione e ricezione automatica a grande velocità.

Studiando l'azione della luce solare, trovò che le onde di maggiore lunghezza son molto meno soggette all'assorbimento atmosferico che non quelle di lunghezza limitata, e così si orientò

sempre piú decisamente verso le onde lunghe, arrivando a produrre onde di oltre dieci chilometri.

I progressi maggiori realizzati negli apparecchi si devono principalmente all'uso delle onde continue, cioè non smorzate, e delle valvole di Fleming. Marconi però continuò a perfezionare gli aerei, arrivando all'antenna dirigibile; impiegò apparecchi fotografici, registratori e fonografi, e così raggiunse la velocità di ricezione e di trasmissione di cento parole al minuto. Parlando delle applicazioni pratiche della radio, Marconi ricorda le stazioni per grandi corazzate della potenza di 30 Kw. e della portata di duemila chilometri; ricorda le stazioni delle navi mercantili, che hanno salvato migliaia di vite umane, le stazioni costiere aventi una portata da cento a seimila chilometri, i servizi pubblici radiotelegrafici a grande distanza,

e conclude dicendo che, al disopra di qualsiasi interesse, la maggiore soddisfazione di chi si dedica alla radio è che «la radiotelegrafia non è venuta mai meno tutte le volte che si è trattato di ricevere il grido di soccorso di vite umane in pericolo sul mare».

* * *

Con la guerra mondiale, la radio attrae sempre più l'attenzione dei tecnici, degli scienziati, dei governi e degli stati maggiori di tutto il mondo e, specialmente per effetto delle valvole a tre elettrodi, s'impone sempre più la radiotelefonìa e sorge infine la radiodiffusione, in cui si utilizza finalmente quella proprietà delle onde elettriche di diffondersi in tutte le direzioni ch'era sembrato un gravissimo difetto. Sembra oramai che non ci siano più possibilità di grandi successi personali; ma

Guglielmo Marconi ha ottenuto una specie di laboratorio mobile e, a bordo dell'*Eletra*, continua le sue campagne. Nel novembre del '26 collega col suo sistema a onde corte a fascio l'Inghilterra e il Canada alla velocità di oltre duecento parole al minuto in trasmissione e ricezione simultanea a ogni stazione; nel marzo del '27 collega alle stesse condizioni l'Inghilterra e l'Australia, superando ventimila chilometri di distanza; nel maggio collauda il regolare collegamento dell'Inghilterra col Sud Africa (diecimila chilometri di distanza) e infine, nell'agosto, collega con servizio rapido e diretto l'Inghilterra e l'India. Col nuovo sistema a fascio, come avemmo occasione di ricordare sul nostro giornale a suo tempo, si realizza una grande economia nell'impianto e nell'esercizio, una velocità altissima di trasmissione, impossibile con

le onde lunghe, e si ha la possibilità di stabilire un numero assai piú rilevante di servizi indipendenti.

Negli ultimi anni, Marconi si era interamente dedicato alle micro-onde, realizzando il collegamento tra il Vaticano e Castel Gandolfo, e mostrando che sulla propagazione di queste onde non è per niente detta l'ultima parola. Le micro-onde – egli dice – «sono comunemente conosciute sotto il nome di onde quasi-ottiche poiché era generalmente ammesso che con esse la comunicazione era possibile solo quando le due estremità del circuito radio erano entro la visuale diretta; e che, conseguentemente, la loro utilità pratica era limitata da tale condizione». Con le sue esperienze invece egli provò che le micro-onde possono avere una portata sino a quasi nove volte la distanza ottica.

Egli così si sentiva di nuovo spinto a ripetere il suo costante insegnamento: perseverare nell'esperienza. La teoria è rivolta al passato e non ha diritto di limitare le ricerche. È sempre opportuno seguire nuove linee di ricerca, anche se a prima vista sembrano poco promettenti. In realtà solo l'esperienza è creatrice.

* * *

Per spiegare il suo incondizionato sperimentalismo, si potrebbe citare Faraday o altri fisici inglesi (qualcosa di anglo-sassone c'è in lui senza dubbio: non per nulla sua madre è l'irlandese Annie Gameson); Marconi preferiva riferirsi a Galileo. In realtà il «provando e riprovando» è il motto degli accademici del Cimento, non di Galileo; e non sarebbe difficile mettere in evidenza i punti di contatto tra Marconi e la famosa accademia gali-

leiana. Come gli accademici del Cimento Marconi ama i fatti e diffida dei perché. A lui mancano il gusto per la matematica e per la fisica pura, la passione dialettica, la ricca efficace fantasia di Galileo; ma sono galileiani (per la loro novità) i risultati ottenuti, e più ancora la fede inesauribile nel proprio lavoro, il senso della propria missione.

MARCONI E I SUOI PRECURSORI*

Le leggende, le storielle, le fantasie, gli equivoci, gli spropositi, i pettegolezzi che riempiono le cronache orali e scritte della radio non devono far troppa meraviglia: sono l'accompagnamento, l'immagine deformata della grande invenzione. Piú che alla storia della scienza e della tecnica, appartengono alla storia del costume. Mentre ci dicono poco o nulla su Marconi e sui suoi precursori, ci fanno in qualche modo conoscere le reazioni, le passioni, le incomprensioni che la nascita della radio suscitò nei contemporanei.

Marconi ebbe dei precursori. Poteva essere diversamente? Sarebbe come dire che egli sia fuo-

* Pubblicato ne «L'Illustrazione italiana», 1947, p. 273 sgg.

ri della storia, che è un colpo di fulmine senza passato e senz'avvenire; e invece di esaltarlo lo negheremmo. Studiando le cose con serietà, leggendo con attenzione e con intelligenza i testi, senza svisarli e senza oltrepassarli, l'originalità di Marconi rimane intatta, come quella dell'Ariosto o di Cézanne, come quella di Galileo o di Einstein, i quali hanno tutti, come è ben noto, i loro precursori e tuttavia sono così profondamente originali che in un certo senso si possono anche dire senza precursori.

Cinquant'anni fa, quando Marconi ebbe i primi successi, si poteva credere (e molti lo credevano) che la storia delle onde hertziane fosse scritta, come poi si credette che la storia della radioattività fosse chiusa dai lavori di Maria e Pietro Curie. Nell'uno e nell'altro caso era finito il primo tempo e si preparava o era già cominciato il secondo.

Con l'*Ottica delle oscillazioni elettriche* del Righi si chiudeva non la storia delle onde elettromagnetiche ma il periodo che si può chiamare maxwelliano, cioè il periodo ottico (e anche questo periodo si può dire grossolanamente che si chiudesse solo nel campo teorico).

Giacomo Clark Maxwell è un astro splendentissimo. Non senza ragione le sue equazioni sembrarono opera di un dio (anche lui, s'intende, è nella storia. La sua opera è inesplicabile senza le esperienze di Faraday, e non riesce del tutto chiara se non teniamo conto delle ricerche di Melloni sull'identità della luce e del calore e delle teorie del Mossotti sui dielettrici). Maxwell crea la teoria elettromagnetica della luce, dando così il tema a Enrico Hertz. Questo grandissimo fisico dall'ingegno multiforme e dalla coscienza eroica rielabora la teoria di Maxwell e passa alle espe-

rienze, producendo e rivelando le onde elettromagnetiche e dimostrando che esse hanno, come voleva la teoria di Maxwell, i caratteri delle onde luminose. È interessante notare che Hertz, nel corso delle sue esperienze sulle onde elettriche, fece la scoperta dell'effetto fotoelettrico e la studiò in una memoria che è un capolavoro, ma né lui né i fisici che si occuparono del fenomeno dopo di lui (Hallwachs, Stoletov, Elster e Geithel; e nemmeno Righi e Lenard, che pure ne studiarono alcuni particolari strani), nessuno prima di Einstein comprese che l'azione scaricatrice che la luce ultravioletta ha sull'elettricità negativa è incompatibile con la teoria di Maxwell e richiede l'intervento di concetti corpuscolari che Maxwell credeva per sempre superati. Come per Fresnel, per Maxwell la luce è un fenomeno puramente ondulatorio ma le onde sono elettriche e non

meccaniche. Hertz e tutti i fisici che ne continuarono l'opera, compreso quindi il Righi che è il più grande, insistettero sull'identità e non sulla differenza tra le onde elettriche e la luce; anzi di certe differenze importantissime per la radio si disinteressarono tanto che si può dire che tacitamente le negavano. Ebbene, la teoria hertziana della propagazione delle onde elettriche e l'idea stessa della rigorosa identità delle onde hertziane e della luce, per chi, come Marconi, mirava alla radio, erano, più che un aiuto, un serio intralcio. Questa, se non c'inganniamo, è la vera ragione del contegno alquanto strano che Marconi, e più recisamente Luigi Solari, tennero verso il Righi. Non solo tra Guglielmo Marconi e Augusto Righi c'era differenza di mentalità, essendo il Righi uno scienziato tutto ragione e Marconi un tecnico tutto intuizione e avventura; ma è innegabile che

Marconi voleva ottenere e ottenne con le onde ciò che agli scienziati sembrava, se non impossibile, poco probabile. Nei riguardi del Righi, occorre però dichiarare che chiunque l'abbia conosciuto non può aver dubbi sulla sua eccezionale cautela. Egli consigliò a Marconi un serio studio delle onde, senza escludere alcuna possibilità, anzi riconoscendone fin dall'inizio il valore pratico. Ciò, del resto, è confermato dalle due lettere del Righi che Luigi Solari ha pubblicato nel volume *Sui mari e sui continenti con le onde elettriche. – Il trionfo di Marconi*. Le lettere, tutt'e due dirette al Solari, sono una del 30 luglio 1897, l'altra del 16 giugno 1901. La prima è evidentemente una risposta a una lettera nella quale il Solari gli chiedeva di occuparsi pubblicamente di Marconi. Il Righi risponde che non gli pare conveniente di farlo in quel momento perché, a quanto

gli ebbe a dire Marconi stesso, Marconi stava trattando la cessione dei suoi brevetti. Gli fornirà, a lui personalmente, qualche indicazione. «Anzi-tutto il sig. Marconi non è stato il mio allievo. Essendo ricco, studiò da sé per suo diletto. Più volte mi visitò per chiedermi consigli o spiegazioni; lo consigliai bensì a prepararsi alla licenza liceale, ma non credo che abbia seguito ancora tale consiglio. Gli apparecchi che adopera il Marconi sono ora descritti e disegnati in opuscoli a stampa. Perciò non vi può essere più questione nella valutazione del vero merito che a lui spetta».

Quanto alla segretezza delle trasmissioni – continua il Righi – stando a ciò che si sa sulle onde elettriche, sembrerebbe che non si possa facilmente raggiungere, «ma aspetto che il Marconi mi abbia fornito certi dettagli su qualche sua esperienza, per pronunciarmi in modo assoluto».

Invece il Righi è reciso su un altro punto: sul timore che le onde elettriche emesse da un oscillatore ad olio di vasellina facessero saltare la Santa Barbara delle navi. Questo timore espresso dall'Ammiragliato inglese e comunicato al Righi da Marconi, è assolutamente infondato. Il Righi, che annunzia sotto stampa la sua nota dei Rendiconti dei Lincei, dice che forse la causa di quel dubbio è da cercare in un'esperienza di Prece e Marconi male interpretata. «Essi dissero che il ricevitore funzionava anche messo dentro una cassa metallica chiusa. Orbene, come ho verificato io stesso nei giorni scorsi, se la cassa è chiusa in modo, che vi sia buon contatto fra le parti che la costituiscono, nessuna azione si manifesta nell'interno di essa». «Perciò – conclude il Righi – credo e spero che nulla si opporrà a che il sistema telegrafico del Marconi entri nella pratica.

L'Italia, che ha un così grande sviluppo di coste, potrà farne largo uso e forse più ancora le nazioni nordiche, poiché colà le nebbie frequenti rendono spesso inefficaci i sistemi di segnali ottici o acustici».

È una bella lettera: piena di equanimità, di disinteresse, d'intelligenza e di generosità nei riguardi di Marconi. Se il Solari l'avesse presentata a Marconi, commentandola senza partito preso, ogni malumore nei riguardi del Righi doveva svanire. Righi non fa vanterie e concede di non essere il maestro di Marconi. Nei riguardi del giovane inventore egli è pieno di fiducia.

Questa fiducia, per un uomo cauto come il Righi, ha qualcosa di sorprendente. Si direbbe che in quel giovane così irregolare il Righi abbia indovinato ciò che oggi tutti sappiamo ma che allora pochi potevano sospettare e meno che mai uno

scienziato come il Righi, lontanissimo dalla tecnica. Righi non si pronunzia in modo assoluto nemmeno sulla possibilità di rendere segrete le radio-comunicazioni. Ha dei dubbi, stando a ciò che si conosce sulle onde, ma attende, prima di decidere, che Marconi gli fornisca certi particolari. A proposito del sistema Marconi, crede e spera che entri nella pratica. Questa fiducia è ribadita nella lettera del 16 giugno 1901, alla vigilia della trasmissione della lettera S attraverso l'Atlantico. Dice il Righi che, salvo due pubblicazioni d'indole affatto teorica, non si è più occupato di ciò che si riferisce alla telegrafia senza filo. «Questa è entrata nella sua fase pratica, ed a questa rimango estraneo. La nuova applicazione è ancora in via di svilupparsi e perfezionarsi, ed è sperabile vengano superate le poche difficoltà ed incertezze che ancora rimangono; e mi auguro che Ella pos-

sa contribuire a raggiungere questo scopo».

Mentre dichiara di essere estraneo alla fase pratica della radio, Righi non lesina gli auguri né per Marconi né per Solari. Che si voleva di piú? A me pare che alla generosità da gran signore del Righi occorreva rispondere riconoscendo a voce alta ciò che Marconi doveva al Righi. Occorreva che Marconi si dichiarasse lieto di essere allievo del Righi, anche se in senso libero e non scolastico. Marconi si era pure consigliato piú volte col Righi, anche se non si era iscritto ai corsi universitari, e aveva pure adoperato l'oscillatore a tre scintille del Righi nelle sue prime esperienze di radiotelegrafia. Si direbbe che Marconi, il quale aveva tanta fiducia nella radio, cioè in se stesso, abbia creduto di diminuirsi riconoscendo ciò che doveva al Righi, mentre non credette di perder nulla telegrafando al Branly, nel 1899, subito do-

po la trasmissione attraverso la Manica, che il bel risultato era dovuto in parte ai bei lavori di Branly. Oggi nessuno oserebbe sostenere che Guglielmo Marconi debba piú a Edoardo Branly che ad Augusto Righi. Il Righi era un maestro incomparabile e gli schiarimenti che diede a Marconi dovettero essere illuminanti, decisivi; né si può dire che, nelle prime esperienze, l'oscillatore a tre scintille sia stato meno importante del *coherer*. Tutto ciò va riconosciuto, naturalmente, senza che questo limiti anche in modo minimo l'originalità di Marconi, come non la limita il fatto di essere stato libero allievo dell'autore dell'*Ottica delle oscillazioni elettriche*. Leonardo aveva detto nei codici Forster: «Tristo è quel discepolo che non avanza il suo maestro»; Marconi è un discepolo che andò piú oltre di tutti i suoi maestri, o meglio si mosse per vie sue, mirando a nuovi obbiettivi e riuscen-

do genialmente a conseguirli anche quando sembravano assurdi.

Marconi non ripete nessuno. L'oscillatore a tre scintille, l'antenna, il *coherer* sono punti d'appoggio per uno slancio del tutto imprevedibile. Anche Branly e il Calzecchi Onesti che prima di lui si occupò della resistenza delle polveri metalliche erano dei semplici teorici e sono più lontani dal Marconi dello stesso Righi. Le esperienze che Temistocle Calzecchi fece nel Liceo di Fermo furono pubblicate nel *Nuovo Cimento* del 1884, '85 e '86: prima dunque delle esperienze di Hertz. Sono esperienze interessanti. Il Calzecchi costruisce il *coherer*, nella forma che conosciamo e che fu adottata dal Branly; ne mette in evidenza la proprietà fondamentale, cioè la variazione brusca di resistenza, che però attribuisce a induzione (elettromagnetica e anche elettrostatica); sco-

pre pure che si può ripristinare la grande resistenza primitiva rimescolando la limatura o soltanto scuotendo o facendo vibrare il tavolo su cui è posto il tubetto. Egli non fa esperienze a distanza e non pensa che la diminuzione della resistenza, che egli ottiene anche con le scintille elettriche, possa avere una spiegazione diversa di quella che ha dato. Se qualcuno gli avesse detto che quelle non erano esperienze «curiose» ma esperienze d'importanza rivoluzionaria, il buon Calzecchi Onesti avrebbe creduto di esser preso in giro. Anche quando Hertz fece le sue esperienze sulle onde elettriche, al Calzecchi non passò per la testa che il suo tubetto potesse entrarci. Più strano è il fatto, come notò il Calzecchi stesso, che anche Branly, il quale studiò i tubetti a limatura nel 1890, cioè dopo le esperienze di Hertz, abbia studiato il fenomeno della diminuzione

di resistenza senza fare ipotesi e quindi senza pensare alle onde hertziane, nonostante che si valesse di scintille oscillanti. Il Branly ottenne la diminuzione di resistenza a diverse distanze: e in questo consiste la sua novità rispetto al Calzecchi. Egli vide che la diminuzione della resistenza, quando si producono in vicinanza del circuito delle scariche elettriche, varia al variare della distanza. L'azione diminuisce quando la distanza aumenta, ma si osserva senza speciali precauzioni fino ad alcuni metri di distanza, mentre adoperando il ponte di Wheatstone si ottiene l'effetto a più di venti metri di distanza.

Il primo fisico che comprese il *coherer* come rivelatore di onde elettriche fu Oliviero Lodge, al quale si devono le bottiglie sintoniche e vari bei lavori sulle onde elettriche. A lui si deve il nome *coherer* e una teoria dell'apparecchio che fareb-

be consistere la diminuzione della resistenza in una specie di saldatura, o coesione intima tra i granuli di limatura operata da scintilline di risonanza, come se la limatura fosse costituita da un sistema di risonatori di Righi.

Un posto a parte, tra i precursori di Marconi, merita il russo Alessandro Popov (che molti, sull'esempio dei francesi, scrivono Popoff, come si pronunzia). Il Popov era un vero inventore e nel 1905 presentò alla Società fisico-chimica russa un apparecchio per la registrazione delle scariche atmosferiche nel quale, oltre alla famosa antenna, c'è un coherer che riprende automaticamente la resistenza primitiva, e c'è anche un *re-lais* o soccorritore. Il Popov ha anche il merito di avere adoperato per primo il telefono come rivelatore (veramente, su questo punto era stato preceduto dal Calzecchi Onesti, il quale però... non

se n'era accorto). Si deve ancora osservare che in una nota del 5 dicembre del '95, il Popov esprime pure l'idea di ottenere radiocomunicazioni regolari; ma Marconi fu piú veloce di lui e di ogni altro.

Guglielmo Marconi ebbe, fin da principio, per la radio una fede senza riserve che lo prese tutto diventando l'unica ragione della sua vita. Si pensa alla fede di Galileo nel sistema copernicano, a quella di Mazzini nell'Unità italiana, a quella di Marx nella società senza classi. Questo è il suo segreto, la ragione dei suoi successi e del suo trionfo. A rigore, quando comincia le sue prime esperienze è un dilettante e, in un certo senso, rimane per tutta la vita un dilettante. Non solo non prende la licenza liceale ma non fa nessuno studio regolare, e con la matematica non prende mai familiarità. Si può concedere che egli non ab-

bia compreso veramente né Maxwell né Hertz né Righi. Egli però è tutt'altro che un ignorante. Tutto ciò che gli occorre lo trova come per istinto e lo assimila senza sforzo. Non è forte in teoria, ma alla teoria non crede molto. Fin dall'inizio si è accorto che gli scienziati sanno sí tante cose che egli non sa, ma credono pure di sapere tante cose che l'esperienza smentisce. La fede di Marconi è tutta materiata di esperienza. Davanti all'esperienza Marconi non ha prevenzioni. Nell'esperienza ci sono molte cose che mancano in tutti i libri. Marconi si orienta senza sforzo nel campo sperimentale e domina l'esperienza, perfezionando gli apparecchi incessantemente e arrivando presto a risultati sconcertanti per la loro novità.

La storia intima della radio resta ancora da fare e chi sa fino a che punto potrà esser fatta. Pur-

troppo, mancano molti dati. Ciò che finora è stato scritto su Marconi serve poco. Del movimento intimo del suo pensiero Marconi stesso non scrisse mai nulla e forse non poteva. L'inventore somiglia, in un certo senso, all'artista e, come si sa, l'arte non si traduce in termini logici.

A modo suo, Marconi tenne conto dei risultati scientifici piú di quanto non si creda comunemente. Così la corsa alle onde lunghe si deve con ogni probabilità al fatto che, supposto che le onde elettriche si comportino in tutto come la luce, non si può superare la curvatura terrestre (e fino a un certo punto) che valendosi del fenomeno della diffrazione o inflessione delle onde intorno agli ostacoli. Piú lunghe sono le onde, piú sono grandi gli ostacoli che possono superare. Con le onde sonore, che sono assai piú lunghe di quelle luminose, si superano ostacoli assai piú grandi.

Marconi però si accorse sperimentalmente che la portata delle onde era maggiore di come voleva la teoria della diffrazione e così pensò che la curvatura della Terra poteva essere superata. La trasmissione dei tre punti della lettera S, secondo l'alfabeto Morse, effettuata da lui tra Poldhu in Cornovaglia e San Giovanni di Terranova alle 12,30 del 12 dicembre 1901 susciterà sempre la massima ammirazione. Si tratta di un autentico capolavoro che solo una vera genialità poteva creare. La massima parte dei fisici lo credeva impossibile e con ragioni ineccepibili, data la teoria di Hertz e supposto che lo strato elettrico dell'aria non avesse alcuna importanza, come allora implicitamente tutti supponevano.

Marconi riuscì con mezzi rudimentali: in fondo, con gli stessi apparecchi dei primi anni. Egli però aveva la capacità, che è il segno più autentico

del genio inventivo, di saper piegare gli apparecchi alla sua volontà. Da questo punto di vista, si può dire che ogni parte degli apparecchi di cui Marconi si vale è solo in senso grossolano presa dagli altri; in realtà essa è stata perfezionata in modo da potersi considerare nuova. Tante modificazioni introdotte da Marconi potrebbero sembrare di poco conto ma sono essenziali per la realizzazione pratica. Marconi seppe sempre perfezionare i suoi apparecchi, superando tutte le difficoltà con tenacia e con intelligenza.

Si dice: «Marconi fu fortunato. La radio non è sua ma di tutto il mondo scientifico-tecnico». Non è, questa, un'affermazione strampalata. Ma avviene così sempre, presto o tardi, quando c'è qualcosa di veramente nuovo e importante. La fortuna di Marconi non è veramente fortuna, non è effetto del caso: è la conseguenza della sua

genialità e della sua tempestività. Egli ebbe una grande idea nel momento piú opportuno e seppe attuarla, trasmettendo il suo entusiasmo in ogni tecnico, in ogni paese, in ogni classe sociale. La sua gloria non potrebbe esser maggiore.

IL VALORE DELLA TEORIA DI EINSTEIN*

Bisogna riconoscere che finora, in questa sezione, di filosofia se n'è fatta pochissima. Le comunicazioni e le discussioni hanno avuto tutte un carattere estremamente tecnico e si potevano svolgere identicamente in un congresso scientifico, mentre a me pare, d'altra parte, evidente che molti filosofi di professione, se fossero stati presenti, si sarebbero trovati assai a disagio. Ma i filosofi hanno creduto opportuno di non intervenire o se sono intervenuti, anche se si sono antecedentemente occupati della teoria di Einstein, non sono usciti dal silenzio. Nemmeno l'Aliotta che alla teoria della relatività ha dedicato un intero vo-

* Pubblicato negli «Atti del V Congresso internazionale di filosofia», Napoli 1924, p. 536 sgg.

lume ha voluto parlare; e se parlerà per fatto personale, come mi auguro, è chiaro che confermerà in questo modo quanto la mia constatazione sia fondata.

Questo assenteismo dei filosofi in una sezione dove si discute una teoria che ha levato tanto rumore anche nel loro campo, non può essere effetto del caso. Esso deve avere ed ha infatti, come mostrerò subito, un motivo profondo. È che alcuni dei filosofi i quali si sono occupati della relatività einsteiniana se ne sono occupati da puri logici, cioè per mettere in luce la coerenza della dottrina dell'Einstein; ed è chiaro che il loro studio, per quanto utile, non presenta un vero interesse filosofico, tanto più che essi per i primi sarebbero disposti ad ammettere che quello studio si poteva fare anche su opere che sono considerate prive di ogni carattere filosofico. Gli altri,

come il Wildon Carr, l'Aliotta, il Bonucci, il Tilgher hanno sostenuto tutti, in sostanza, che il merito di Einstein consiste soprattutto nell'avere egli introdotto il soggettivismo nelle scienze della natura. Egli, in altri termini, avrebbe il merito di essere arrivato con molto ritardo ma con mezzi scientifici dov'era già arrivata da un pezzo la filosofia. È sostenibile questa interpretazione idealistica della teoria di Einstein? A me pare del tutto insostenibile. La relatività einsteiniana si riduce alla relatività dello spazio e del tempo¹⁶, senonché questa relatività del tempo e dello spazio non è per nulla soggettività. Per Alberto Einstein i concetti di tempo e di spazio non hanno significato se non in

¹⁶Mi riferisco alla relatività ristretta, perchè quella generale ha di eterodosso, piú che altro, il linguaggio, e, d'altra parte, non si può ancora dire fino a che punto sia fondata.

funzione di un sistema di riferimento. Dire che due avvenimenti sono simultanei senza indicare il sistema di riferimento, nel quale un osservatore che vi si trovi li percepisca come simultanei, è lo stesso per lui che dire una frase senza significato. Ma è chiaro che per Einstein se un osservatore A_1 che si trovi in un certo sistema S trova simultanei i due avvenimenti, un osservatore qualunque A_n che si trovi nello stesso sistema troverà anche lui che i due avvenimenti sono simultanei. Qui non c'è nessun soggettivismo o idealismo. Ciò che è vero per me è vero per tutti; e la verità non dipende non dico dal capriccio o dall'arbitrio ma nemmeno dal pensiero. Così almeno crede Einstein. Il sistema di riferimento non è un soggetto e tanto meno il soggetto senza plurale; e poi se due avvenimenti coincidono sia nello spazio che nel tempo, la loro simultaneità è as-

solata, cioè indipendente dal sistema di riferimento. Ma c'è di meglio o di peggio. Accanto alla relatività dello spazio e del tempo, Einstein pone un nuovo assoluto: la velocità della luce, anzi un numero infinito di assoluti: tutte le leggi naturali. La relatività einsteiniana vorrebbe infatti rendere le leggi naturali indipendenti dai sistemi di riferimento e quindi i filosofi di cui mi sto occupando avrebbero dovuto piuttosto sostenere che Einstein è il creatore di un nuovo oggettivismo. Questa tesi infatti (o una tesi assai vicina a questa) è stata sostenuta da un gentiliano: Ugo Spirito, il quale però è arrivato a una conclusione che ha destato giustamente l'indignazione del Garbasso. La scienza, diceva Ugo Spirito, è oggettivismo: essa non si interpreta idealisticamente se non in quanto si nega. Tesi inammissibile anche dal punto di vista della filosofia gentiliana. Se, come

vuole il Gentile, tutto è pensiero, la scienza non può essere sub-pensiero, cioè non pensiero; e se vogliamo chiamare il pensiero filosofia, la scienza è filosofia e la filosofia è scienza e non super-scienza. Ma è pure evidente che, da questo punto di vista, se è filosofia la teoria di Einstein, lo sono pure, allo stesso titolo, quella di Lorentz, quella di Maxwell, quella di Fresnel o di Huyghens o di Newton. Se poi si volesse intendere per filosofia la filosofia in senso stretto, la filosofia dei filosofi puri, allora, secondo noi, la teoria di Einstein non è filosofia. Non che non abbia proprio nulla nulla in comune con la filosofia, ma ha rapporti secondari ed estrinseci con essa.

Il valore fondamentale della teoria di Einstein è quello di essere una forma più soddisfacente della teoria di Lorentz. La teoria di Einstein risolve tutti i problemi che voleva risolvere quella di Lo-

rentz e in maniera piú felice. Con questo non intendo sostenere che si debba senz'altro accettare la teoria di Einstein: tutt'altro. Io dico che, se si vuole abbattere la teoria di Einstein, bisogna risolvere tutti i problemi che essa risolve. Occorre cioè sostituirla con una teoria migliore e non limitarsi a critiche di dettaglio che, per quanto giuste, lasceranno sempre indifferenti, e a ragione, gli einsteiniani. Le critiche di dettaglio non hanno nessun valore per gli einsteiniani per una ragione semplicissima: perché la teoria di Einstein è la costruzione piú granitica che si possa fare dal punto di vista della scienza classica, quando si assumano come veri i due postulati fondamentali: il principio di relatività e il principio della costante velocità di propagazione della luce nel vuoto. Se si accettano i due postulati, bisogna anzi riconoscere che la teoria einsteiniana è non solo rigoro-

samente logica ma rigorosamente ortodossa.

L'eterodossia sta solo nei due postulati. Per costruire dunque una teoria ortodossa, occorre negare i due postulati e dare a Einstein quella ragione a cui ha diritto.

È possibile tutto questo? Ebbene io credo che sia possibile, anzi io ho già sostenuto, in una nota pubblicata nell'*Arduo* e nell'*Elettricista*¹⁷, una teoria che ritengo soddisfacente. La mia teoria è molto affine a quella del La Rosa. È anch'essa una teoria balistica, ma non è emissiva. Essa mantiene, per quanto è possibile, la nozione dell'etere lorentziano: è, in una parola, una teoria etero-balistica. Io ammetto, ma (si badi bene) in prima approssimazione, che la velocità c della luce nell'etere si componga vettorialmente con la

¹⁷[*Velocità della luce*, nell'«*Arduo*», 1923, p. 112 e nell'«*Elettricista*», 1 febbraio 1924, p. 17].

velocità eventuale della sorgente che l'emette o dello specchio che la riflette. Da questo postulato etereo-balistico, che preciserò fra poco, discende senz'altro che la esperienza di Michelson e tutte quelle che si son fatte e si potrebbero fare ricorrendo alla determinazione di ipotetiche variazioni di c per constatare il così detto movimento assoluto (movimento rispetto all'etere), potrebbero avere esito positivo soltanto se fossero fatte da osservatori situati nell'etere, ma dovranno invece (almeno fino a un certo ordine di approssimazione non precisabile a priori) dare risultato negativo se fatte sulla terra.

Quest'ipotesi concilia evidentemente il fenomeno dell'aberrazione con l'esito negativo delle così dette esperienze di moto assoluto a cui si è accennato ed è inoltre d'accordo coi fenomeni delle stelle variabili, delle nuove e delle doppie che il

La Rosa spiega con l'ipotesi del Ritz. Ora la teoria balistica del Ritz è contraria, come è noto, al principio della conservazione dell'energia; essa ci costringerebbe inoltre a rifare (e non si vede come) la teoria dell'esperienza di Foucault sulla velocità della luce nell'aria e nell'acqua e quella dei fenomeni d'interferenza, di diffrazione e di polarizzazione e ha inoltre il difetto, forse più grave degli altri, di ammettere troppo rigidamente il principio di relatività. È vero che nessuna esperienza è riuscita finora a rivelare con certezza il movimento assoluto ma non è detto che nessuna ci potrà mai riuscire. Molti fisici eminenti hanno sperato e sperano di riuscirci (benché, a rigore, tutti ormai ammettano che, se ci sarà un esito positivo, dovrà essere assai più piccolo di quello previsto dalla teoria classica) e perciò, secondo me, il principio di relatività si può ammettere solo

in prima approssimazione e solo come relatività unilaterale, per dirla con Bergson, cioè per noi e non per osservatori situati nell'etere. L'ipotesi etereo-balistica non è poi tanto strana quanto forse potrebbe sembrare alla prima. Intanto la concezione newtoniana è un'ipotesi etereo-balistica, essendo la luce un'emissione di corpuscoli nello spazio immobile che è poi anch'esso, in fondo, una specie di etere molto simile a quello di Lorentz, il quale, come è stato acutamente osservato, non ha altra proprietà che l'immobilità. A priori, noi potremmo sostenere un'ipotesi equivalente a quella di Newton, vale a dire, potremmo spiegare le variazioni della velocità della luce da noi sostenute con variazioni nello stesso senso della lunghezza d'onda e della frequenza. Se n e λ sono rispettivamente la frequenza e la lunghezza d'onda che verificano la notissima relazione $n\lambda =$

c , si potrebbe ammettere che diventando la velocità della luce $c + v$ la frequenza diventasse n' e la lunghezza d'onda λ' , in modo che fosse verificata l'uguaglianza $n'\lambda' = c+v$. Plausibile a priori, questa concezione è smentita dai fatti. Le variazioni che ne conseguirebbero della lunghezza d'onda e della frequenza, le quali dovrebbero insieme aumentare o diminuire, sono certamente inesistenti. Allora l'ipotesi più plausibile ci sembra quella di ammettere che le variazioni della velocità della luce dipendano essenzialmente da deformazioni dell'etere che lascino costantemente uguale a c il prodotto della lunghezza d'onda per la frequenza. Così avviene, per esempio, nell'ipotesi del trascinamento totale di Stokes-Hertz; ma io vorrei pensare a una immagine concreta diversa, per quanto – lo dichiaro subito – a questa immagine non intenda dare troppa importanza. Si

potrebbe pensare che ogni corpo o sistema di corpi, muovendosi, contragga l'etere esterno nel senso del movimento, lasciandolo immutato nella direzione perpendicolare e nell'interno del corpo o sistema.

Non pongo – lo ripeto – la quistione di fiducia su questa immagine, ma non credo che la nostra immaginazione debba capitolare davanti ad essa se non ha capitolato davanti allo spazio curvo e allo spazio-tempo a quattro dimensioni inteso, alla maniera del Castelnuovo, come realtà concreta. Si avrebbe così il grande vantaggio che si potrebbe dare nell'ipotesi balistica quella spiegazione dell'effetto Doppler che l'ipotesi del Ritz non può dare. Infatti, com'è noto, nell'ipotesi einsteiniana, detta λ la lunghezza d'onda propria della sorgente, la lunghezza d'onda apparente, per un osservatore fisso, nel caso che la sorgente gli si

avvicinasse, sarebbe $\lambda' = \lambda (1 - b)$. Ebbene noi possiamo ammettere che le onde seguano le vicende dell'etere e che perciò la variazione di λ constatata per mezzo dell'effetto Doppler, sia reale e non soltanto apparente. Se chiamiamo n_1 la frequenza propria corrispondente che verifica la relazione $n_1 \lambda' = n \lambda$, avremo $n_1 (1 - b) = n$; e, trascurando i termini in b di grado superiore al primo: $n_1 = n (1 + b)$. La frequenza apparente, con la stessa approssimazione, sarebbe dunque $n'_1 = n (1 + 2b)$, valore non molto differente, data la piccolezza di b , da quello che si ottiene nell'ipotesi einsteiniana.

Nella nota a cui ho adesso accennato, ho fatto vedere che l'ipotesi etereo-balistica è anche accettabile dal punto di vista del principio di reazione, anzi è suggerita dalle osservazioni fatte dal Poincaré su quel principio, e che inoltre resta va-

lida, dal mio punto di vista, l'elegante dimostrazione della formola di Fresnel-Fizeau data dal Guéry. È una dimostrazione elementarissima, fondata sul concetto lorentziano che la materia ponderabile produca un ritardo di fase sull'onda luminosa per la composizione con l'onda principale di onde secondarie provenienti dagli elementi materiali del mezzo investiti dall'onda principale e ammettendo che, in prima approssimazione, il ritardo sia proporzionale alla lunghezza del mezzo attraversato dall'onda.

Questa teoria a me sembra molto soddisfacente, ma, s'intende, io non oso affermare d'avere risolto la crisi che travaglia la fisica contemporanea. L'ultima parola spetta all'esperienza e all'esperienza soltanto.

LA ROSA*

La Sicilia ha oggi un numero eccezionale di fisici di valore. Per limitarci a quelli che hanno raggiunto la cattedra universitaria, citerò il venerando Macaluso, Cantone, Corbino, La Rosa, Lo Surdo, Majorana, Sellerio.

Non costituiscono una scuola ma potrebbero costituirla benissimo perché hanno tutti mentalità classica e, se si fa eccezione per Corbino e La Rosa, un grande attaccamento per la «vecchia fisica». Corbino ha un entusiasmo senza limiti per i grandi rappresentanti della fisica atomica e ha il gran merito di aver portato Fermi alla cattedra di Roma; ma, anche lui, ha fatto le più belle ricerche

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 21 novembre 1930.

sul terreno classico e resta, da molti punti di vista, nell'orbita in cui si è formato.

La posizione che Michele La Rosa ha conquistato coi suoi lavori sulla luce è molto originale e di essa specialmente intendiamo occuparci. Vogliamo però anche accennare ai lavori del fisico palermitano sulla liquefazione del carbonio.

Non sono questi soltanto i lavori sperimentali del La Rosa, ma basterebbero a dargli un posto distinto nella fisica contemporanea. Sono lavori condotti con grande abilità sperimentale e con raro senso critico e dànno tutta la misura del suo robusto e serio ingegno, mirabilmente idoneo a cogliere i punti deboli di un ragionamento e a far crollare idoli. La critica che Michele La Rosa ha fatto alla pretesa fusione del carbonio ottenuta da D. Lummer e annunciata dai giornali «colla solen-

nità delle grandi occasioni» nei primi giorni del 1914, è un piccolo capolavoro.

Il La Rosa è riuscito per primo con sicurezza non solo a fondere il carbonio ma ad ottenere, facendo cristallizzare il carbonio liquido, dei piccoli diamanti, di alcuni dei quali presentiamo le microfotografie.

Anche Despretz aveva creduto di ottenere la fusione del carbonio, ma Moissan dimostrò che era una illusione. Tenendo a lungo nel forno elettrico il carbonio puro, Moissan vide che non si otteneva la minima traccia di fusione e comprese che i segni di fusione ottenuti dal Despretz erano dovuti alle impresse contenute nel carbonio, le quali, nell'arco elettrico, davano origine a composti di carbonio duri come il diamante e anche di più.

Il Moissan si era però convinto che a pressione ordinaria, il carbonio passasse dallo stato solido al gassoso senza attraversare lo stato liquido e che si potesse fonderlo sotto fortissime pressioni.

Il La Rosa osservò che le conclusioni di Moissan contengono più di quello che risulta dalle esperienze, le quali dimostrano solamente che il carbonio alla temperatura dell'arco elettrico (e non a temperatura superiore) passa allo stato aeriforme senza fondere e riuscì ad ottenere (per mezzo del così detto arco elettrico cantante o musicale... Non lo conoscete? Peccato!) temperature più alte, risolvendo il problema della fusione; valendosi poi di poderose scintille elettriche ottenne anche i diamanti. Anche qui c'erano state le celebri ricerche del Moissan ma nemmeno esse sono decisive perché è probabile che i cristalli

ottenuti dal Moissan provenissero dal carbonio, che era passato in soluzione sul ferro liquido.

Galileo aveva formulato nettamente «il principio di relatività della meccanica classica», quando osservava che con esperienze meccaniche eseguite sotto coperta di una nave non si può decidere se la nave sia ferma o in moto, perché anche se la nave si muove con grandissima velocità (purché il moto sia uniforme e non fluttuante in qua e in là) non si può riconoscere il minimo mutamento nelle esperienze. «Voi saltando passerete nel tavolato i medesimi spazi che prima, né, perché la nave si muova velocissimamente, farete maggior salti verso la poppa che verso la prua, benché nel tempo che voi state in aria, il tavolato sottopostovi, corra verso la parte contraria al vostro salto; e gettando alcuna cosa al compagno, non con più forza bisognerà tirarla, per arri-

varlo, se egli sarà verso la prua e voi verso poppa, che voi fuste situati per l'opposito».

Per la luce pareva che il principio di relatività non potesse essere valido. Si pensava infatti che il mezzo universale in cui si propaga la luce (l'etere cosmico) restasse immobile quando un corpo si muovesse e che non fosse trascinato dal corpo. Sembrava dunque evidente che se noi misuriamo la velocità della luce che c'invia, per esempio, una lampada fissa rispetto a noi e troviamo un certo valore, lo stesso valore dovremo trovare se la lampada si muove, ma il valore dovrà cambiare se noi ci avviciniamo o ci allontaniamo dalla lampada. Poiché una celebre esperienza dovuta a Michelson aveva dato risultato contrario a quest'interpretazione, Einstein pensò che si dovesse senz'altro ammettere il principio di relatività anche per la luce, ammettendo però nello

stesso tempo che la velocità della luce fosse indipendente dallo stato di quiete o di moto della sorgente luminosa. Ne risultava così per la luce una proprietà stranissima: la velocità della luce era sempre la stessa comunque si misurasse, anzi era la velocità-limite, la massima velocità possibile. Si doveva inoltre rinunciare ai concetti tradizionali sullo spazio e sul tempo, ammettendo che spazio e tempo fossero anch'essi relativi come l'alto e il basso.

Un fisico teorico geniale morto giovanissimo: Walter Ritz, non volle accettare le idee... troppo sovversive di Einstein e ideò una teoria, non molto fortunata, nella quale, invece del postulato einsteiniano sulla velocità della luce, si ammetteva l'*ipotesi balistica* ripresa dal La Rosa: cioè si ammetteva che la velocità della luce si potesse som-

mare con quella della sorgente luminosa, come avverrebbe se la luce fosse dovuta a corpuscoli.

La Rosa che non sa accettare in nessun modo la relatività dello spazio e del tempo né quella velocità della luce «messa sugli altari», accetta l'ipotesi di Ritz, ma l'ipotesi soltanto, non tutta la teoria. Su questa circostanza egli ha molto insistito ma, non si sa perché, molti credono invece che accetti integralmente la teoria di Ritz e hanno perciò per le sue idee una diffidenza del tutto ingiustificata.

A me pare che l'atteggiamento del La Rosa non possa suscitare che simpatia, anche da parte dei relativisti, purché essi non siano più einsteiniani di Einstein e non credano perciò che la teoria di Einstein sia un tabú, tanto più che domani si potrebbe trovare una teoria più comprensiva, nella quale potrebbero trovar posto i punti di vista di

Einstein e di La Rosa che oggi sembrano e, nella loro formulazione attuale, sono irriducibili. È certo che poiché il La Rosa parla di postulato e non di teoria di Ritz ammette implicitamente che una teoria accettabile manchi ancora; e nessuno può dire che in una nuova teoria non vi possa essere posto, oltre che per il gran nome di Einstein, anche per quanto c'è di vivo nel pensiero di Michele La Rosa.

L'ipotesi balistica ha sull'ipotesi di Einstein il grande vantaggio di lasciare intatti i concetti tradizionali di spazio e di tempo; ed è chiaro che per chi non voglia rinunciare a questi concetti, la teoria della relatività non può essere che una forma matematica e nulla più. È vero che, ammettendo il postulato di relatività e quello della costanza della luce, seguono la relatività dello spazio e quella del tempo, ma chi trova assurda la conce-

zione relativista, cercherà evidentemente di rinunciare a uno dei due postulati o a tutt'e due e spiegherà in altra maniera o non spiegherà affatto il risultato delle esperienze tendenti a mettere in evidenza un movimento rispetto all'etere cosmico. Il La Rosa accetta il principio di relatività, ma sostituisce al principio della costanza della velocità della luce ammesso da Einstein, il postulato di Ritz o ipotesi balistica, cioè ammette che la velocità della luce, quando la sorgente luminosa è in moto, si sommi con quella della sorgente. È una posizione – occorre riconoscerlo – fortissima e ha dato modo al La Rosa di creare una nuova teoria delle stelle variabili che è assai bella: è tanto bella che, se anche non si volesse accettare, dovrà essere ammirata perché dimostra nel suo autore originalità e profondità di vedute.

Al La Rosa sono state fatte molte obiezioni e c'è stato un momento in cui parlare della teoria balistica... era proibito; ora, per fortuna, la situazione va migliorando e tutti – credo – riconoscono alle vedute del fisico di Palermo diritto di cittadinanza nella scienza, anche se qualcuno è persuaso che esse passeranno. (Niente paura per questo: l'illustre fisico teorico olandese Lorentz, che, tra parentesi, ebbe parole di vivo elogio per le idee del La Rosa, disse che anche la teoria di Einstein passerà, anzi che è già passata. Non importa tanto, del resto, che le teorie restino, ma piuttosto che muoiano bene, dopo aver fatto pensare molto).

Un'obiezione che sembrò schiacciante contro l'ipotesi balistica fu fatta da Corbino e Levi-Civita, i quali dimostrarono che essa conduceva a variazioni di colore enormi e assolutamente inammis-

sibili in stelle aventi una certa differenza nella loro velocità. Ma una relativista senza infatuazioni cioè italiano: Giovanni Giorgi, mostrò che ammettendo una concezione quantistica e non puramente ondulatoria della luce, il ragionamento di Corbino e Levi-Civita conduceva soltanto a prevedere certe variazioni d'intensità nella luce delle stelle, che erano state previste proprio dal La Rosa e che la teoria balistica delle variazioni di colore per effetto del movimento restava ancora da fare.

Recentissimamente questa teoria è stata fatta e in maniera del tutto d'accordo con l'esperienza.

Un'altra obiezione, che sembrò formidabilissima, è quella dell'astronomo olandese De Sitter, il quale disse che se la velocità della luce si sommasse con quella della stella che l'emette, come vuole l'ipotesi balistica, si dovrebbe avere una

sovrapposizione dei raggi emessi da punti differenti dell'orbita e quindi delle immagini delle stelle in differenti posizioni dell'orbita. Così riuscirebbe impossibile lo studio del movimento della stella non potendosi distinguere le diverse posizioni che la stella occupa al variare del tempo.

Il La Rosa mostrò che questo ragionamento «semplice e fortemente intuitivo» è inesatto perché confonde insieme casi in cui le conclusioni sono valide con casi in cui sono inaccettabili; e (fondandosi sull'ipotesi balistica e sull'ipotesi assai plausibile dell'esistenza di un gran numero di sistemi analoghi al nostro sistema planetario) riuscì a dare, come s'è accennato, una nuova teoria delle stelle variabili e a prevedere tutto un nuovo ordine di fenomeni astronomici che, al momento in cui egli cominciò a meditare sull'ipotesi balistica, gli erano sconosciuti e si rivelarono poi

d'accordo coi dati sperimentali. Che cosa si poteva pretendere di piú nel momento storico presente in cui i fisici modernissimi come Louis de Broglie confessano di non sapere ancora che cosa sia un raggio di luce?

Nella comunicazione fatta al Congresso internazionale di fisica di Como, il La Rosa ha parlato della strana accoglienza che alcuni scienziati hanno fatto ai suoi lavori. «Alcuni fisici – diceva – considerano questi lavori con interesse ma non si pronunziano, aspettando dall'astronomia la conferma delle “applicazioni” che ho fatto del principio balistico ai fenomeni delle stelle variabili: e cosí considerano insufficiente la prova che è data dall'accordo meraviglioso tra la previsione ed i fatti. Molti astronomi trovano ingegnosa e persuasiva la teoria balistica delle variabili, ma esigono che i fisici dimostrino l'esattezza del principio ba-

listico indipendentemente dalla teoria delle stelle variabili. Essi scindono l'inscindibile e non si accorgono che la corrispondenza tra le previsioni ed i fatti è l'unica prova che si possa chiedere sulla validità del postulato balistico. La teoria delle variabili è la prova decisiva che si chiede. Rompere artificialmente *questa unità essenziale*, domandando all'astronomia la conferma dell'"applicazione" del principio balistico, significa cercare fuori della realtà gli elementi per ricomporre l'unità che si è artificialmente distrutta».

Sono parole piene di buon senso: non vedo che cosa si possa rispondere. Credo che si debba lealmente riconoscere che con La Rosa la fisica contemporanea è stata ingiusta. Per merito del La Rosa, l'ipotesi balistica ha dimostrato una fecondità e una vitalità che non si sarebbero sospettate. Il fisico palermitano merita una maggio-

re simpatia, una grande simpatia: e noi ci auguriamo che tutti gli spiriti sereni riconoscano finalmente questa semplice verità.

RITORNO ALL'ESPERIENZA*

Chi studia la storia della scienza non può non accorgersi che, nei grandi sperimentatori, l'esperienza non è mai una verifica sterile delle teorie preesistenti ma un'attività creatrice che, appunto per questo, modifica sempre le teorie e qualche volta le distrugge. È che, come si è avuto più volte occasione di ricordare, le teorie sono essenzialmente rivolte al passato e sistemano bene, quando ci riescono, soltanto le esperienze passate, senza poter dir nulla di preciso sul futuro. I teorici non sono profeti. Può qualche volta avvenire che un geniale teorico, sistemando un gruppo di fenomeni, faccia un'ipotesi nuova che poi si trova d'accordo con la realtà (così fece Maxwell con la

* «L'Ambrosiano», 4 novembre 1932.

corrente di spostamento) ma, anche in questo caso, l'ultima parola spetta all'esperienza, la quale può dare le più grandi sorprese. Restando a Maxwell, tutti oramai vedono che la sua teoria elettromagnetica nonostante i suoi trionfi è tutt'altro che definitiva. Se essa ha il gran merito di prevedere le onde hertziane, è poi incapace di spiegarne la propagazione; né può interpretare in maniera soddisfacente i fenomeni di emissione, assorbimento, diffusione, dispersione. Sotto la forma che le ha dato il Lorentz, alcune di queste difficoltà spariscono ma ne sorgono altre non meno gravi: quelle che hanno condotto alla Relatività einsteiniana e alla meccanica ondulatoria. E non si può nascondere che anche il fenomeno di Zeeman che sembrò in primo tempo la più bella conferma della teoria degli elettroni del Lorentz è solo in parte d'accordo con essa o meglio ha due

forme: quella che è stata detta normale perché è d'accordo con la teoria di Lorentz ma è in realtà un'eccezione, e quella che è detta anomala ed è la più comune e che è stata spiegata da Uhlenbeck e Goudsmit ammettendo che l'elettrone produca un campo magnetico ruotando su se stesso (ipotesi dello «spin» dell'elettrone). Nel lucido rapporto sullo stato attuale della teoria elettromagnetica presentato nel luglio scorso al Congresso internazionale di Elettività di Parigi, Louis De Broglie mette in evidenza le varie difficoltà della teoria di Maxwell-Lorentz e poi fa vedere che anche la «teoria quantica dei campi» di Heisenberg e Pauli, la quale voleva essere una teoria elettromagnetica d'accordo col concetto di fotone, si deve ritenere fallita. Il De Broglie aggiunge che questo insuccesso è un caso particolare delle difficoltà che s'incontrano quando si tenta di trasportare

i metodi della meccanica ondulatoria in un campo in cui sia necessario tener conto della Relatività, ciò che, secondo lui, è tanto più strano in quanto la meccanica ondulatoria non è storicamente concepibile senza il principio di relatività. A noi pare tuttavia che l'impossibilità in cui ci troviamo di creare una teoria elettromagnetica che sia d'accordo con la Relatività e con la meccanica ondulatoria, dimostri l'insufficienza di tutt'e tre le teorie. Queste non possono più esser considerate come aspetti diversi di un'unica teoria più comprensiva: sono probabilmente vedute parziali e provvisorie. E poiché non sembra possibile arrivare alla sintesi per via puramente teorica, sorge la necessità di nuove esperienze. Torniamo così al discorso che si faceva in principio: le teorie invecchiano e solo l'esperienza può ringiovanirle. Vediamo in particolare che certe teorie, come la

Relatività e la meccanica ondulatoria, che alcuni, qualche anno fa, ritenevano definitivamente sistemate, richiedono invece una riforma. Presto tutti si accorgeranno che di definitivamente sistemato non c'è nulla e non ci può esser nulla.

Il mondo del nucleo atomico si sapeva già che non era sistemato e si è ripetuto in tutti i toni al Convegno di fisica nucleare di Roma; ora si vede meglio. Da allora si sono ottenuti nuovi successi in Francia, in Inghilterra, in America e forse anche in Russia. In Italia non si è ancora cominciato ma speriamo che non si tarderà molto. Il mondo nucleare è del tutto nuovo, tanto che anche i più entusiasti seguaci delle teorie fisiche più recenti dichiarano che i teorici non sanno nulla del nucleo e devono lasciare ogni iniziativa agli sperimentatori. Dalle ultime esperienze pare si sia avuta una prima conferma sperimentale della re-

lazione einsteiniana che lega la materia all'energia ma si tratta di un punto delicatissimo dove è assai difficile l'accordo. Il dissenso dipende principalmente dal linguaggio. La trasformazione della materia in energia sembra ad alcuni assurda perché essi concepiscono l'energia come una proprietà di una sostanza e la trasformazione sarebbe come dire che il colore si trasforma nell'oggetto colorato o viceversa. Si tratta invece di un'altra cosa, che magari potrà non esser vera ma non è assurda, come non è assurda la decomposizione dell'acqua in idrogeno e ossigeno. La più piccola quantità d'acqua è la molecola d'acqua. Questo però non significa che la molecola d'acqua (o di qualsiasi altro corpo composto: il vino, il pane, il sale, tutti i corpi tranne quelli che i chimici chiamano elementi) non significa che l'acqua e gli altri composti non si possano de-

comporre. Si può, ma invece dell'acqua abbiamo l'idrogeno e l'ossigeno, invece del sale di cucina abbiamo il cloro e il sodio, invece del composto gli elementi che lo costituiscono. Che le particelle più piccole degli elementi si chiamino atomi potrà piacere o no ma è certo che nessun chimico crede che gli atomi siano indivisibili. I chimici credono che gli atomi siano le particelle più piccole di materia che intervengano nelle reazioni chimiche e in questo senso sono veramente indivisibili ma essi sanno che gli atomi si scindono in elettroni e in protoni e – chi sa? – forse in qualche altra cosa. I protoni e gli elettroni sono indivisibili? Pare di sí ma nessuno lo sa con certezza e molti pensano che, in un modo ancora sconosciuto, essi possano dare origine, trasformandosi in tutto o in parte, a radiazioni. Questa trasformazione non ha niente che fare con la trasformazione della pro-

prietà nella sostanza perché, per la fisica moderna, tutti i corpuscoli, compresi quelli che costituiscono le radiazioni elettromagnetiche, sono nello stesso tempo sostanza e proprietà, materia ed energia, massa e onda. Di questo, a quanto pare, alcuni si dimenticano. Per evitare equivoci, forse sarebbe opportuno dire non che la materia si trasforma in energia ma che la materia ordinaria si trasforma in radiazione. Così si metterebbe in evidenza che tra la materia e la radiazione non c'è un abisso e che la radiazione è in sostanza una varietà di materia o, per dirla con Ambrogio Fusinieri, una materia attenuata. Certo noi siamo ancora molto lontani da quella conoscenza completa e sicura del fenomeno che sarebbe necessaria per potersi esprimere senza incertezze. Il linguaggio rimane equivoco perché anche le nostre conoscenze sono equivocate. Noi crediamo

di sapere che ogni volta che ha origine un atomo si ha produzione di energia ma non sappiamo bene come e perché ciò avvenga, né come dai protoni e dagli elettroni si passi alla radiazione. Anche qui tutto fa credere che una sistemazione esauriente non sarà possibile senza nuove, laboriose ricerche sperimentali.

Se la fisica nucleare, come tutti ammettono, non si può ancora ritenere nemmeno vagamente sistemata, è facile capire che nemmeno l'altra fisica si può ritenere rigorosamente sistemata. La fisica non può essere che una. Può esser comodo distinguere fisica nucleare, fisica atomica e fisica classica perché certe leggi, importantissime a una certa scala, possono non avere importanza a una scala molto differente. Per piccole velocità, la massa si può considerare costante come vuole la meccanica classica ma è sottinteso che ciò si

ammette solo in via approssimativa; nel mondo macroscopico, si può prescindere da considerazioni quantistiche ma se volessimo essere assolutamente rigorosi, dovremmo tenerne conto perché le leggi quantistiche valgono per tutti i fenomeni e non soltanto per quelli della scala atomica; analogamente possono esistere leggi nucleari di cui non sia necessario tener conto né nella fisica atomica né in quella classica ma, a volere essere rigorosi, la fisica nucleare, o una fisica più comprensiva, sarebbe la vera fisica e di essa potrebbe esser necessario tener conto anche in altri campi. Gamow, per esempio, ha spiegato perché le particelle alfa non abbandonano tutte istantaneamente i nuclei radioattivi a cui appartengono, ammettendo che, a distanze minime, cariche elettriche dello stesso nome si attraggono, contrariamente alla legge di Coulomb, fundamenta-

lissima in elettrostatica. È come dire che la legge delle azioni elettrostatiche è più complessa di quella di Coulomb e coincide approssimativamente con la legge di Coulomb nelle condizioni ordinarie. Ma allora non solo sorge il problema, proprio della fisica nucleare, di determinare la legge vera: si deve pure vedere se la legge determinata alle piccolissime distanze sia valida anche alle grandi e alle grandissime. Dalle condizioni ordinarie d'esperienza noi ci possiamo allontanare non soltanto cambiando le distanze e in generale le dimensioni, in un senso o nell'opposto, ma anche rendendo molto più precise le misure. Se la fisica nucleare è davvero nuova, tutta la fisica è nuova. Sia le leggi atomiche che quelle macroscopiche, sono probabilmente qualcosa di simile alla legge di Boyle e Mariotte; e i nuovi

sperimentatori hanno davanti a sé, in ogni direzione, un compito immenso.

In un campo vicino a quello nucleare c'è la radiazione penetrante o raggi cosmici. Di che si tratta? Per Millikan, si tratta di raggi della stessa natura della luce ma di lunghezza d'onda molto più piccola di quella dei raggi gamma: si tratta di fotoni che non provengono né dal sole né dalla Via Lattea né probabilmente dalle altre stelle ma da regioni lontane in cui la temperatura e la pressione sono completamente differenti da quelle che si hanno nella nostra atmosfera o in quella delle stelle. Essi non sono dovuti né a disintegrazione atomica né a trasformazione di atomi in radiazione ma a un processo di formazione di atomi. Secondo altri, che preferiscono parlare di radiazione penetrante senza escludere recisamente l'origine cosmica sostenuta da Millikan, si tratta

invece di una radiazione corpuscolare. Qualche altro, come il nostro Bruno Rossi, senza impegnarsi a fondo sulla natura della radiazione che arriva al limite della nostra atmosfera, sostiene che i fenomeni attribuiti alla radiazione penetrante hanno la loro origine immediata dalla presenza nell'atmosfera di una radiazione che fino a prova contraria si deve ritenere corpuscolare. Tutti però, qualunque sia il tono dei loro discorsi, mostrano di aver fede soltanto nell'esperienza e annunziano nuove ricerche sperimentali. Anche i fisici teorici sono entrati nello stesso ordine di idee e attendono i risultati di Millikan, Piccard, Rossi, Regener, Compton, Anderson.

Il fermento sperimentale non si limita soltanto alla nuova fisica ma si estende ai problemi della stratosfera e della radio. A queste ultime ricerche partecipa attivamente anche l'Italia.

La ripresa sperimentale che abbiamo rapidamente delineato non ha niente di reazionario. Sono cadute alcune facili illusioni teoriche ma nessuno vuol tornare indietro. Ci siamo convinti che non si possa piú star fermi e vogliamo andare avanti. Per noi italiani, data la nostra grande tradizione sperimentale, ciò non può essere che motivo di gioia.

DE BROGLIE*

Louis de Broglie, premio Nobel 1929, è il piú simpatico dei fisici contemporanei: intendo dire che gode simpatie universali e senza riserve. È un uomo di estrema avanguardia e potrebbe vantarsi di aver fatto sorgere un nuovo mondo dalle macerie della vecchia fisica; invece preferisce di attenuare piú che può la novità della sua posizione, mettendone in evidenza la necessità. Le ultime parole del suo volume *Ondes et mouvements* sono queste: «L'esperienza ci fornisce un numero sempre crescente di notizie sul mondo subatomico e tuttavia tutto vi resta misterioso; forse soltanto per mezzo d'idee molto ardite si arriverà a

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 14 novembre 1930.

vederci chiaro ed è questa la scusa degli audaci tentativi contenuti in questo libro. Oggi come ieri, secondo la bella immagine di Newton, noi siamo dei bambini che giocano sulla spiaggia mentre l'Oceano della Verità si stende del tutto inesplorato davanti a noi».

Per Louis de Broglie la fisica non è dunque bell'e esaurita: al contrario essa è ancora tutta da sistemare. A differenza di certi suoi ammiratori che lo considerano come il solutore della crisi della fisica contemporanea, egli ritiene, con rara modestia, di avere fatto soltanto qualche tentativo per risolvere la crisi e che molto lavoro e molto tempo sono ancora necessari perché ci si veda chiaro.

Louis de Broglie, dottore in scienze e «*maître de conférences*» alla Sorbona, appartiene a una nobile famiglia di origine italiana. È fratello di

Maurice de Broglie, che è molto conosciuto per le sue belle esperienze sui raggi X; e dal fratello, col quale ha collaborato, ha preso il *senso fisico*: quel senso fisico che i teorici perdono così facilmente. Noi crediamo che anche all'Italia debba qualcosa. È francese: nello sguardo, nella cultura, nella mentalità e forse non ha mai studiato nel testo né i nostri poeti, né i nostri filosofi, né i nostri scienziati; ma il suo senso della realtà e il suo equilibrio ci sembrano schiettamente italiani. Davanti agli sviluppi che la sua opera fondamentale ha avuto per opera di Schrödinger, sarebbe umano che egli si inebriasse: invece no. Louis de Broglie vede lucidamente che questi sviluppi, per quanto belli, non sono del tutto soddisfacenti e confessa che, se abbiamo fatto molti progressi, ci si vede tuttavia meno chiaramente di prima.

Per potere far capire al lettore in che cosa consista l'originalità di Louis de Broglie (e senza entrare naturalmente nei labirinti matematici in cui il fisico francese si muove con tanta agilità), dobbiamo richiamare qualche idea sulla luce, che egli ha certamente studiato nelle scuole secondarie, ma che probabilmente ha dimenticato.

Fino al '900 i fisici erano unanimi nell'ammettere che la luce fosse dovuta a vibrazioni di un mezzo (un po' misterioso in verità) che si suppone diffuso in tutto lo spazio e nell'interno di tutti i corpi e che si chiama etere cosmico. Nessuno dubitava che la teoria ondulatoria della luce avesse del tutto sconfitto la teoria di Newton, secondo la quale la luce è dovuta a corpuscoli di «fluido luminoso». Il fisico francese Agostino Fresnel che, nella sua breve vita, aveva portato al massimo splendore la teoria ondulatoria, appariva tutto

luce; e poco mancò non si sostenesse che le vedute di Newton erano indegne del grande teorico della gravitazione universale. È vero che Maxwell aveva modificato la teoria di Fresnel perché aveva sostenuto che le vibrazioni non erano elastiche, come pensava Fresnel, ma *elettromagnetiche*: erano cioè non qualcosa di simile alle onde che si formano alla superficie di una vasca piena d'acqua quando ci si butta dentro un sasso, ma delle correnti alternate ad altissima frequenza; però questa teoria che ebbe, per opera del grandissimo Hertz, la sanzione dell'esperienza, sembrava a tutti che confermasse le vedute di Fresnel, perché la luce rimaneva sempre un fenomeno vibratorio. Senonché, nel corso delle sue esperienze, Hertz scoprì un fenomeno (il così detto fenomeno fotoelettrico, studiato con molto successo in Italia da Augusto Righi) che doveva

svelarsi, in questi ultimi tempi, come assolutamente ribelle alle vedute di Fresnel e di Maxwell e favorevole invece alla teoria dei quanti di Planck-Einstein che è invece un ritorno (non puro e semplice) alle vedute newtoniane.

Un altro fenomeno scoperto da Compton e un altro dovuto a Raman si spiegano pure benissimo con la teoria dei quanti e sono inesplicabili con la teoria ondulatoria.

Ci sono dunque moltissimi fenomeni (quelli che Newton spiegava con la sua teoria e quelli che sono la gloria di Fresnel e di altri fisici, tra i quali il bolognese Francesco Maria Grimaldi) che si spiegano benissimo con la teoria ondulatoria; ma ce ne sono altri che si spiegano soltanto con la teoria dei quanti. E poiché i due punti di vista sono irriducibili, i fisici furono presi da un senso di malessere di cui si fece interprete efficacissimo,

in un articolo di *Scientia* molto russo nel suo pessimismo, O. D. Chwolson.

Louis de Broglie, ancora giovanissimo, pensò che se è evidente che la luce è onda ed è evidente che è anche corpuscolo, è assurdo affannarsi a dimostrare che è solamente onda o solamente corpuscolo: ed è assurdo piangere. L'idea più naturale è che questa dualità sia una legge generale e forse il principio fondamentale della natura e che quindi l'onda e il corpuscolo siano, come poi disse Bohr, due facce complementari della realtà. Può darsi benissimo – pensò de Broglie – che dovunque vi sia un corpuscolo, vi sia, associata con esso, un'onda e viceversa.

Fondandosi sulla teoria della relatività e sull'ipotesi fondamentale della teoria dei quanti, egli riuscì a precisare quantitativamente questa sua idea. La sua formola fondamentale, che è la

formola su cui si fonda una nuova teoria: la meccanica ondulatoria, ebbe numerose, impressionanti verifiche in America, in Germania, in Inghilterra, in Francia, tanto che oramai nessuno dubita che quando un corpuscolo si muove, si muova con esso l'onda di de Broglie.

Ma che significa esattamente questa dualità di onde e corpuscoli? Louis de Broglie si è fatta questa domanda e ha risposto francamente che il problema difficilissimo è ancora assai lontano dalla soluzione.

L'idea piú semplice – continua de Broglie – è quella di Schrödinger, che immagina il corpuscolo costituito da un pacchetto o gruppo di onde; ma disgraziatamente, se quest'idea, seducente per la sua semplicità, è d'accordo con alcuni vecchi fenomeni, quando si passa al campo proprio della nuova teoria, non sembra piú sostenibile, per-

ché, se i corpuscoli fossero pacchetti di onde, non potrebbero avere esistenza stabile.

Nemmeno l'idea sostenuta per parecchio tempo dallo stesso de Broglie, secondo la quale il corpuscolo sarebbe una singolarità in un fenomeno ondulatorio, sembra facile a sviluppare perché si urta contro serie obiezioni. L'Autore ha fatto un altro tentativo che è il più vicino alle antiche concezioni della fisica: quello di considerare l'onda come un vero fenomeno reale occupante una certa regione dello spazio e il corpuscolo come un punto materiale avente una certa posizione sull'onda. *Malheureusement*, anche qui s'incontrano difficoltà gravissime e non si può considerare la teoria come soddisfacente.

L'Autore riassume poi il punto di vista di Heisenberg e Bohr, secondo i quali l'onda non ha realtà fisica ma è un semplice simbolo di ciò che

sappiamo sul corpuscolo ed ammette che esso debba contenere una gran parte di verità, ma che, d'altra parte, se è indiscutibile che tanto la materia che la luce implicino la dualità delle onde e dei corpuscoli e che la ripartizione dei corpuscoli nello spazio si prevede soltanto con considerazioni ondulatorie, disgraziatamente la natura profonda dei due termini della dualità e il loro rapporto restano avvolti nel mistero.

La ragione reale di questi bellissimi «malheureusement» e in particolare la ragione che impedisce a de Broglie di aderire senz'altro alle idee di Heisenberg e Bohr, a me pare sia questa: il fondatore della meccanica ondulatoria ha una mentalità essenzialmente classica.

Egli dice che il vero scopo della fisica teorica «sembra» quello di scoprire e studiare forme matematiche nelle quali i fenomeni fisici possano es-

sere inquadrati e che la realtà che si nasconde dietro le formole è prodigiosamente sconosciuta; ma noi sentiamo che in fondo egli non ci crede o almeno non se ne contenta, né gli sappiamo dar torto. È per questo che il de Broglie sa parlare della teoria di Newton con vero entusiasmo, dimostrando che si tratta di un punto di vista serio e profondo.

Nessuno sente più di questo rivoluzionario il rispetto per il passato ed è più di lui convinto che i successi di oggi abbiano per condizione la scienza di ieri, alla quale – dice lui – noi attingiamo continuamente e quasi senza accorgercene.

Il segreto del grande successo di Louis de Broglie è in questo suo meraviglioso equilibrio: e naturalmente nel suo grande ingegno.

HESS E ANDERSON PREMI NOBEL*

I raggi cosmici sono all'ordine del giorno. I pessimisti vorrebbero far credere che sulla loro natura ne sappiamo oggi quanto ne sapevamo al principio del secolo: quasi nulla; ma hanno torto. La verità è che nel primo decennio del nostro secolo si conoscevano le proprietà fondamentali dei raggi penetranti e Richardson aveva capito che essi venivano dal difuori dell'atmosfera. Oggi sappiamo con certezza che non sono dovuti a sostanze radioattive del suolo o dell'atmosfera; sappiamo che la loro energia è maggiore a grande altezza (e per questo alcuni li chiamano raggi d'altitudine); sappiamo che penetrando nella no-

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 4 dicembre 1936.

stra atmosfera producono elettroni dei due segni. Non si può ancora decidere se siano fotoni o elettroni ma forse la cosa non è della massima importanza: forse questo dilemma, come tanti altri, non è inevitabile. Può darsi che fuori dell'atmosfera siano fotoni di grande energia; e in questo senso ha ragione Millikan. Quando entrano nell'atmosfera la ionizzano, o si ionizzano, e abbiamo gli effetti corpuscolari su cui insistono Compton e da noi Bruno Rossi; abbiamo i positroni di Anderson, gli sciami di Blackett e Occhiaioli e tante altre meraviglie che giorno per giorno vengono in luce. I raggi cosmici se ci hanno dato molto filo da torcere, ci hanno dato molte soddisfazioni e il gran dono dell'elettrone positivo: e per fortuna non sono ancora un tema esaurito. Il significato del premio Nobel per la fisica è tutto qui. Vittorio F. Hess e Carlo David Anderson sono

due valorosi e fortunati studiosi dei raggi cosmici. Meritavano il premio ed è bene che l'abbiano avuto.

Tuttavia nei nostri circoli si discuterà, forse troppo, sulla motivazione che del premio hanno pubblicato alcuni giornali. Si è detto che Hess ha scoperto i raggi cosmici e Anderson l'elettrone positivo: e qui si può discutere (se proprio non si ha niente da fare).

Hess si sa benissimo che cosa ha fatto: ha dato la prova decisiva che le radiazioni cosmiche non sono dovute a sostanze radioattive diffuse nell'atmosfera, ma hanno un'origine extra-terrestre. Le sue ascensioni e i suoi scritti più importanti sono di prima della guerra mondiale (1912 e 1913). Se mai, si può dire che il premio arrivi con troppo ritardo e abbia qualcosa di malinconico e, stavo per dire, di postumo, per quanto il corag-

gioso, scrupoloso e modesto scienziato sia ancora al lavoro. Recentemente in collaborazione con Steinmaur ha studiato i raggi cosmici in rapporto alle macchie solari, arrivando alla conclusione, senza nulla di preciso però, che probabilmente i raggi cosmici sono di natura corpuscolare. Pensando alla grande cautela con cui Hess procede nelle sue affermazioni, Pangloss potrebbe sostenere che è giusto che Hess abbia avuto solo ora, dopo Millikan e dopo la scoperta dell'elettrone positivo, il premio Nobel, o meglio una parte. Hess è di quegli uomini che non si capiscono e non si apprezzano secondo i loro meriti alla prima, ma quando viene il momento tutti li apprezzano e li ammirano.

Fin dalle prime ascensioni Hess comprese, appoggiandosi alla teoria di A. S. Eve, che la radiazione penetrante doveva avere origine extra-ter-

restre. La ionizzazione era troppo forte per potersi spiegare col radio C. Con le ascensioni successive dimostrò che mentre al suolo la radiazione penetrante produce, per centimetro cubo d'aria e per secondo, undici ioni e otto decimi, tra i cinquecento e i mille metri d'altitudine ne produce dieci e tre; verso i mille-duemila metri si ritrova il valore al suolo e poi la ionizzazione va sempre crescendo, sicché fra i duemila e i tremila metri si hanno tredici ioni e tre, fra i tremila e i quattromila, sedici e cinque, fra i quattromila e i cinquemila e duecento, ventisette e due decimi. In questo modo Hess, come dice benissimo Rossi nell'«Enciclopedia Italiana» (28, 677), separava per il primo la componente dovuta alle sostanze radioattive del suolo e dell'atmosfera da quella dovuta ai raggi cosmici veri e propri. Questo è il punto.

I meriti del nostro compianto Domenico Pacini come precursore di Hess e di Millikan nessuno li può mettere in dubbio e noi li abbiamo riconosciuti in questa rubrica; ma sostenere, come vorrebbe qualcuno, che Hess, Kohlhörster e Millikan non hanno fatto altro che confermare le scoperte di Pacini è un'esagerazione. Pacini dimostrò nel 1910 (lo dico con le sue parole) che «una parte non trascurabile della radiazione penetrante che si riscontra nell'aria avesse un'origine indipendente dall'azione diretta delle sostanze attive contenute negli strati superiori della crosta terrestre»; con le ricerche successive confermò questa conclusione. Nella nota pubblicata nel *Nuovo Cimento* del 1912 da cui abbiamo tratto la citazione precedente il Pacini dice che Gockel e Hess, con le ascensioni del 1911, confermavano le sue esperienze: «cioè che esista nell'atmosfera una

sensibile causa ionizzante, con radiazioni penetranti, indipendente dall'azione diretta delle sostanze radioattive del terreno». La radiazione penetrante è per Pacini indipendente dall'azione *diretta* delle sostanze radioattive del terreno ed è nell'atmosfera, non fuori. Con le ricerche del 1912 e '13 Hess andò più oltre: dimostrò che la radiazione penetrante non ha che fare, né direttamente né indirettamente, con la radioattività del suolo e ha origine fuori dell'atmosfera.

* * *

Il caso di Anderson è più complesso. Ripeto che non c'è da dubitare minimamente: il premio Nobel lo merita più di parecchi altri. Ma è proprio lui che scoprì l'elettrone positivo o Blackett e Occhialini?

Le misure di Anderson sull'energia dei raggi cosmici sono importanti; ed è certo che in quelle ricerche il fisico americano si trovava in presenza degli elettroni positivi. L'esperienza della camera di Wilson con la lamina di piombo non lascia dubbi. Un raggio cosmico che viene dall'alto, oltrepassando la lamina metallica, perde energia e quindi subisce maggiormente l'azione del campo magnetico in cui è posto, dimodoché se prima d'attraversare la lamina era quasi rettilineo, dopo diventa più curvo. Conoscendo il verso del campo magnetico, il segno delle particelle resta determinato. In primo tempo però Anderson non pensò a elettroni positivi ma a protoni animati da grande velocità. Benché i protoni abbiano una massa quasi duemila volte maggiore di quella degli elettroni, l'ipotesi di Anderson era tutt'altro che strampalata: e anche Millikan l'accettava. È vero

che nelle esperienze successive Anderson si persuase che alcune delle particelle positive da lui osservate avevano una massa assai minore di quella del protone, ma non parlò ancora di elettroni positivi: parlò di positroni. Blackett e Occhialini, riprendendo con ingegnosissimo dispositivo le esperienze di Anderson, si accorsero che nell'affermazione di Anderson... c'era una *erre* di troppo. Non si tratta di positroni – essi dissero – ma di positoni, di elettroni positivi. L'affermazione sembrava a molti audace, temeraria (non ad Anderson); ma era molto meditata. Blackett e Occhialini lavoravano a contatto con Dirac, che dopo la scoperta dell'elettrone positivo ebbe il premio Nobel: e ne accettavano la teoria. Dirac ammetteva che l'elettrone (quello che fino allora tutti conoscevano, il negativo) potesse trovarsi in uno stato di energia negativa, cioè in una specie di ul-

tracatalessi in cui si comportava come se non esistesse. In seguito a un incubo improvviso, per esempio per l'urto di un raggio cosmico, l'elettrone... sussultava e cambiava posto, diventando un ordinario elettrone negativo; il posto rimasto libero era un nuovo corpuscolo: l'elettrone positivo o positone. L'elettrone positivo è raro perché nasce sempre gemello e in maniera piuttosto strana, come si è detto; l'elettrone negativo invece ordinariamente nasce solo.

* * *

A questo punto un lettore pettegolo (ma di questi lettori l'*Ambrosiano* non ne ha) potrebbe domandare: Ci fu qualcuno che informò Anderson dell'idea di Blackett e Occhialini o si tratta di coincidenza? O c'entra addirittura la telepatia?

Io non so e non voglio rispondere. Anderson, Dirac, Blackett e Occhialini non appartengono né alla cronaca dei pettegolezzi né a quella dell'occultismo. Sono, fraternamente uniti, nella storia della fisica d'oggi: e il resto non conta.

L'UOMO DI LANGEVIN*

La teoria della relatività di Einstein da qualche tempo va subendo una revisione.

Si tratta di un processo scientifico o, se si vuole, scientifico-filosofico da cui è assente ogni considerazione di carattere politico. Alcuni dei critici piú vivaci, per esempio Pierre Dive, professore alla facoltà di scienze di Clermont-Ferrand, piú che antieinsteiniani preferiscono dirsi semieinsteiniani, perché si contrappongono alle interpretazioni fisiche e non alle formole della teoria di Einstein.

Il punto piú discusso, nella teoria della relatività ristretta, è il postulato della costanza assoluta

* Pubblicato in «Argomenti», n. 4 (giugno 1941), p. 41 sgg.

della velocità della luce, che al professor N. Barbulescu, dell'Università di Cluj, fa venire in mente la teologia dogmatica. Pensate: un raggio di luce si muove nel vuoto. Io ne misuro la velocità stando fermo e trovo trecentomila chilometri al secondo. Se corro dietro al raggio o gli vado incontro con qualunque velocità, anche di pochissimo inferiore a quella della luce nel vuoto, trovo sempre lo stesso valore. Il mio movimento non conta, sicché come nota il Giorgi, la velocità della luce, pur essendo finita, ha le funzioni di un infinito.

Einstein risponde che il paradosso svanisce se si accetta la relatività dello spazio e del tempo, ma il guaio è che di questa relatività non si sa dare una giustificazione diretta.

— Ma la teoria einsteiniana è una sintesi grandiosa, i suoi successi sono straordinari.

— Sarà, anzi è vero, in un certo senso, ma non basta.

La teoria di Einstein non è che una nuova forma della teoria di Maxwell-Lorentz e si è imposta perché si credette che avesse tutti i vantaggi dell'altra teoria senz'averne gl'inconvenienti. Il suo lato positivo è il principio di relatività, che è d'accordo con l'esperienza; ma, come sosteneva Lorentz, il principio di relatività è in contraddizione con l'idea che la luce si propaghi per onde in un etere immobile. Se si vuole accettare il principio di relatività anche nel campo dei fenomeni ottici, occorre modificare le nostre idee sulla propagazione della luce, come pensavano Ritz e La Rosa e come sostiene adesso Barbulescu, che ha svolto brillantemente un'idea accennata da Poincaré. Anche l'idea svolta da Einstein era stata accennata da Poincaré.

Il lettore capisce che se la luce si propaga in un mezzo immobile (l'etere cosmico) con la stessa velocità in tutte le direzioni rispetto a un osservatore fisso, si dovrà propagare con velocità differente rispetto a un osservatore in moto. Michelson con la sua famosa esperienza mostrò invece che non è vero. Il «vento di etere» non esiste. Con esperienze ottiche eseguite nell'interno di un sistema materiale animato da movimento rettilineo e uniforme relativamente all'etere cosmico, non si può decidere se siamo fermi o in moto. Si deve dunque estendere ai fenomeni ottici il principio di relatività della meccanica classica, intuito da Giordano Bruno e dimostrato da Galileo.

Per spiegare l'esito negativo dell'esperienza di Michelson, cioè per giustificare anche nel campo ottico il principio di relatività, Lorentz e FitzGerald emisero indipendentemente l'ipotesi che i corpi si

contraggono nel senso del movimento in modo da mascherare l'effetto previsto. Quest'ipotesi, come notò Poincaré «non è che la traduzione immediata del risultato sperimentale di Michelson se si *definiscono* le lunghezze per mezzo dei tempi che la luce impiega a percorrerli».

Einstein adottò appunto quella definizione, anzi accettò anche la formola del tempo locale come esprime la realtà fisica, mentre per Lorentz era un artificio matematico. Così nacquero la relatività del tempo e quella dello spazio. Lo strano è che Einstein, pur accettando le idee essenzialmente ondulatorie di Lorentz sulla natura della luce, si era convinto che la luce fosse di natura corpuscolare. Oggi la cosa è meno strana perché sappiamo che la luce è insieme corpuscolo e onda.

Nello stesso volume, *Science et Méthode*, in cui ho preso la citazione precedente, Poincaré aveva pure scritto: «Lorentz avrebbe potuto spiegare i fatti, supponendo che la velocità della luce sia maggiore nella direzione del movimento della terra che in quella perpendicolare, giacché se le superfici d'onda della luce subissero le stesse deformazioni dei corpi materiali noi non ci accorgeremmo della deformazione di Lorentz-FitzGerald».

Questa è la via appunto su cui si è messo il Barbulescu. Secondo il fisico rumeno, la cui opera va seguita con simpatia, le misure di tempo e di lunghezza non cambiano al cambiare dei sistemi di riferimento; cambia soltanto la velocità della luce. Si tratta naturalmente anche qui di un postulato che occorrerà giustificare con nuove ricerche.

Per Einstein, invece, come si è ricordato, la velocità della luce nel vuoto non dipende né dal moto della sorgente né da quello dell'osservatore: è una costante assoluta. Non è vero dunque, come ritengono i profani, che per lui tutto sia relativo.

Sono relativi il tempo e lo spazio. In particolare è relativa la simultaneità. Due fenomeni che sono contemporanei per me, per te e per gli altri uomini della strada, non sono contemporanei per gli uomini del treno in moto e viceversa.

Se prima che il treno parta noi e i viaggiatori accordiamo i nostri orologi, quando il treno è in moto i nostri orologi rimangono tutti d'accordo tra loro (supponendo che siano cronometri di assoluta precisione) e analogamente quelli dei viaggiatori; ma gli orologi dei viaggiatori ritardano rispetto ai nostri e tanto più quanto più si allontanano e quanto è più rapido il treno. Effetto ancora

piú sorprendente: i corpi dei viaggiatori, i loro oggetti, il treno si contraggono nel senso del movimento; e se la velocità del treno tende a quella della luce, le loro dimensioni nel senso del movimento tendono ad annullarsi. Le altre due dimensioni rimangono immutate.

Immaginate la sorpresa che avremo alle grandissime velocità. La lunghezza del treno sarà ridotta a qualche centimetro, gli uomini praticamente perderanno la terza dimensione; orologi e cuori rallenteranno talmente il loro moto che quasi cesseranno di battere.

Avremmo torto però, cioè non avremmo capito nulla della teoria di Einstein se c'impressionassimo (supponiamo sempre, si capisce, che il moto sia rettilineo e uniforme). Einstein c'insegna che i fenomeni del treno e quelli della strada sono reciproci, perciò i viaggiatori avranno sensazioni

identiche alle nostre. Per loro, che non noteranno sul treno niente d'insolito, noi perderemo la terza dimensione e le nostre ore, i nostri minuti saranno interminabili.

Appena il treno si ferma, l'incanto svanisce: i nostri orologi e quelli dei viaggiatori sono di nuovo d'accordo e tutti abbiamo come prima la terza dimensione.

Se il moto del treno non è rettilineo e uniforme, le cose si complicano seriamente: almeno così ha detto Einstein e, dopo di lui, in forma più impressionante, Paul Langevin e altri illustri fisici francesi.

Einstein aveva fatto l'ipotesi di un viaggio di andata e ritorno di un orologio, sostenendo che per l'orologio che ha effettuato il viaggio deve esser passato meno tempo che per un orologio rimasto fermo. Langevin ha immaginato invece un uomo

che viaggi a velocità prossima a quella della luce e torni a casa dopo due anni: due dei suoi anni, cioè degli anni registrati dai suoi orologi. Torna a casa e si accorge che, se per lui sono passati solo due anni, per la terra son passati invece due secoli. Lui è sempre giovane (due anni passano presto e, a quella velocità, più presto del solito); sulla terra i bambini sono nel frattempo cresciuti, son cresciuti i loro figli, i loro nipoti e pronipoti e son tutti morti, anche i più vecchi. Di molti avvenimenti si è perduta o falsata la memoria; lui ricorda ogni particolare e può mettere tutto a posto. Immaginate poi che cosa succederebbe se, invece di viaggiare due soli anni, l'uomo di Langevin viaggiasse dieci, vent'anni.

Paolo Straneo, nel suo bel *Saggio di una esposizione della teoria della relatività secondo il senso fisico*, si è indignato contro l'arbitrio, contro

l'assurdo esempio, contro l'esilarante paradosso, disastroso per il senso fisico, ma non ne ha fatto una critica.

Jean Perrin, premio Nobel per la fisica, in un volume che fa parte della *Bibliothèque d'éducation par la science*, diretta da Émile Borel, trova strana ogni meraviglia. Poiché uno solo dei due osservatori ha subito delle accelerazioni, è naturale che egli solo e non l'altro rimanga giovane. Il Perrin considera due osservatori, uno fisso e l'altro mobile con una velocità solo di un ottocentesimo inferiore a quella della luce e conclude che, in questa ipotesi, se l'osservatore mobile è invecchiato di due anni, quello terrestre sarà invecchiato di quaranta, nonostante che per ognuno di essi il tempo proprio abbia avuto lo stesso andamento.

Il ragionamento del Perrin è curioso. Egli stesso, del resto, dice che si tratta di una conseguenza molto istruttiva e curiosa delle formole di Einstein, benché, a dire il vero, molto al di là delle nostre possibilità attuali di esperienza. Insomma, è una delle grandi attrattive dell'avvenire.

Il Perrin sa e ripete che, nella nostra esperienza ordinaria, quando un osservatore mobile ritrova un altro osservatore lasciato a riposo, i loro cronometri sono ancora d'accordo come al principio e ognuno dei due viaggiatori è invecchiato quanto l'altro. Ma – egli aggiunge – questa proposizione così familiare diviene tanto meno esatta quanto più l'osservatore mobile ha viaggiato presto e a lungo, perché l'osservatore rimasto in riposo è invecchiato, al momento del ritorno, più di quello che ha subito delle accelerazioni. I cronometri fissi resteranno d'accordo tra loro e così

quelli mobili, ma l'ora comune segnata dai primi sarà in anticipo sull'ora comune segnata dai secoli.

La dimostrazione è immediata.

Infatti supponendo che la velocità dell'osservatore mobile sia quella che si è già ricordata, passando davanti alla terra egli vedrà che gli orologi terrestri vanno avanti e precisamente se i suoi cronometri segnano l'ora t , gli orologi appartenenti al sistema di riferimento solare a cui appartiene la terra segnano venti volte t .

Supponiamo adesso (parla sempre Jean Perrin) che molto lontano dal nostro sole il veicolo in cui si trova l'uomo di Langevin rallenti il suo movimento, si fermi e torni indietro, prendendo, rispetto al sistema di riferimento solare, una velocità uguale e contraria a quella che aveva durante l'andata. Durante questo periodo critico il veicolo

non sarà piú animato da moto rettilineo e uniforme rispetto al sistema solare e il nostro viaggiatore ha potuto subire perciò un invecchiamento, ma si tratterà di un invecchiamento definito, senza rapporto con la durata t del viaggio compiuto fino allora e che perciò potrà sempre considerarsi trascurabile se t è abbastanza grande. Il veicolo, lanciato nel sistema solare con velocità uguale e contraria, impiegherà di nuovo il tempo t dei suoi cronometri a ritornare sulla terra e durante il ritorno avverrà di nuovo che gli orologi del sistema solare cammineranno venti volte piú presto dei suoi. Quando arriverà sulla terra l'orologio terrestre segnerà dunque quaranta volte t .

Jean Becquerel suppone invece che la velocità di cui è animato l'uomo di Langevin sia inferiore solamente di un ventimillesimo a quella della luce. «Per il periodo di un anno il viaggiatore si al-

lontana dalla terra e ritorna in capo a due anni. Così è invecchiato di due anni, giacché ha vissuto il tempo proprio del suo sistema, registrato dai suoi orologi; tuttavia, al ritorno, trova sulla terra altre generazioni e viene a sapere che è partito da duecento anni. Egli si è trasferito nell'avvenire della terra, ma senza possibilità di ritorno nel passato».

Il Becquerel non manca di osservare che nel ragionamento precedente è stato supposto che la vita consista in una successione di fenomeni fisico-chimici i quali si riducono tutti a movimenti di molecole e di elettroni. Questi movimenti si svolgono nel tempo proprio del viaggiatore, che tra la partenza e il ritorno è più breve del tempo terrestre.

Come si vede, questo postulato di carattere biologico appare evidente al Becquerel. Egli inve-

ce dichiara che è evidentemente impossibile, anche se si potesse disporre dell'energia necessaria, di raggiungere quella velocità molto rapidamente come occorrerebbe, giacché la forza d'inerzia dovuta all'accelerazione schiaccerebbe il viaggiatore. Tuttavia – egli aggiunge – questo esempio mette mirabilmente in evidenza la relatività del tempo. Per un mobile che fosse animato dalla velocità della luce – egli conclude – il corso del tempo sarebbe sospeso.

A una conclusione simile arriva il Perrin.

L'uomo di Langevin, secondo lui, durante il suo viaggio vedrà l'universo appiattirsi nel senso del suo movimento, tanto che, per una velocità sempre più vicina a quella della luce, gli sembrerà infinitamente sottile, mentre le Stelle che lo vedranno passare (la maiuscola è di Perrin) riterranno ogni vita, ogni mutamento sospesi in lui.

I ragionamenti che abbiamo riferito, anche a volerne accettare il punto di vista, non persuadono. L'effetto sarebbe dovuto all'accelerazione a cui si richiama esplicitamente il Becquerel.

L'accelerazione infatti ha carattere assoluto, come risulta dalle esperienze di Sagnac e di Michelson e Gale, che rivelano il movimento accelerato di un sistema con misure interne al sistema. Ma l'uomo di Langevin si muove di moto uniforme, salvo che alla partenza, all'arrivo e al momento in cui inverte il senso del suo movimento; e se ammettiamo col Perrin che queste accelerazioni siano trascurabili rispetto al resto del viaggio o addirittura, come pensano altri fisici, che siano complessivamente uguali a zero, si deve escludere ogni effetto persistente. Si tratterebbe di effetti relativi che sparirebbero al cessare del movimento, cioè una prima volta all'atto del die-

tro-front e infine all'arrivo a terra. Si capisce che durante il viaggio dell'astronave (chiamiamo così il veicolo dell'uomo fantasma) se dalla terra e in generale dal sistema solare sembrerebbe sospeso il tempo nell'astronave, per l'uomo di Langevin sembrerebbe invece sospesa la vita nel sistema solare. Di questa reciprocità il Perrin, per troppo entusiasmo, non ha tenuto conto.

In una nota l'illustre studioso del movimento browniano cerca di spiegare la dissimmetria con la considerazione di un triangolo. La somma di due lati di un triangolo – egli dice – è maggiore del terzo lato, ma il cammino maggiore, dal punto di vista della «simmetria intrinseca», differisce dall'altro solo per l'esistenza dell'angolo che non interviene per nulla direttamente nella differenza delle lunghezze. Il cammino ad angolo è più lungo di quello rettilineo ma non nell'angolo.

Non è piú lungo nell'angolo ma per l'angolo. La sottigliezza è degna del Padre Sarsi e di altri aristotelici medievali, ma non ha valore. Durante il moto uniforme si hanno effetti reciproci, cioè, in sostanza, apparenti. Questi effetti devono sparire al cessare del movimento.

Al Perrin vorremmo anche ricordare il principio che egli enuncia a pagina 21: «Ogni concetto finisce per perdere la sua utilità, il suo stesso significato, a mano a mano che ci si allontana dalle condizioni sperimentali in cui è sorto».

Come si può parlare sul serio di un uomo che vive per due anni e il suo cuore quasi non batte piú?

Se si volesse ammettere che la vita sia ancora possibile in quelle condizioni, non per questo sarebbe lecita la conseguenza del ringiovanimento, o meglio della persistente giovinezza. Se qui

sulla terra l'uomo sano vive in media settant'anni, nell'astronave di Langevin potrebbe al piú vivere alcuni mesi, cioè l'equivalente dei nostri settant'anni.

L'uomo di Langevin è uno scherzo e nient'altro, tanto piú che se ammettiamo come fenomeno persistente la dilatazione del tempo, occorrerà pure ammettere (nessuno, a quanto pare, se n'è accorto) anche la contrazione persistente.

L'uomo di Langevin sarebbe piú sottile di un foglio di carta velina ma avrebbe una densità incomparabilmente superiore a quella del platino, perché tutte le molecole che costituiscono il suo corpo sarebbero raccolte senza perdite nelle due dimensioni. Suppongo, come si vede, che l'uomo non si volti di fianco perché se no perderebbe anche la seconda dimensione, riducendosi ad una linea. Se ammettiamo poi che l'uomo già ridotto a

una linea, si sdrai nell'astronave nel verso del movimento (dovrà pure dormire questo povero diavolo), esso si ridurrà a un punto materiale. Ecco: è un punto ma gli atomi che costituiscono il suo corpo ci son tutti. Il suo cuore è ultramicroscopico ma batte ancora (molto lentamente); il sangue continua a circolare benché non sia più liquido ma un solido ultradenso; la respirazione continua benché l'aria sia allo stato ultrasolido. Evidentemente, l'uomo di Langevin, che è diventato il punto di Langevin, continua a mangiare, a bere e a fumare: immaginate voi come farà il disgraziato a cavarcela appena giunto sulla terra. Se esce dall'astronave è perduto, perché, abituato com'è all'aria delle grandi velocità, morrà d'asfissia appena verrà a contatto con la nostra aria troppo sottile.

Non ci siamo fermati su quest'argomento per passare il tempo. Straneo ha detto bene: l'uomo di Langevin è un arbitrio; ma, piú che di Langevin, di Perrin e di Becquerel, è un arbitrio, un punto debole della teoria di Einstein. Per lo meno bisogna riconoscere che la teoria induce in tentazione. La dilatazione permanente del tempo è nella teoria. Basta supporre che l'uomo di Langevin o, se vogliamo lasciare le bizzarrie, che il mobile sia animato da un moto vario qualunque, cioè che si muova in circolo o a spirale. Allora la dissimmetria c'è veramente e si deve avere il rallentamento, la quasi sospensione del tempo.

È vero che il Dive, analizzando il caso del moto vario, ha trovato che si va incontro alla negazione del principio di causalità, ma l'obiezione non riguarda il modo come la teoria è presentata da alcuni: mette a nudo una deficienza della teoria.

Il punto debole della teoria di Einstein è la concezione relativistica del tempo e dello spazio. Occorre tornare a Galileo.

Il tempo e lo spazio che figurano nelle formole einsteiniane hanno valore simbolico: non sono lo spazio e il tempo di Galileo. Non vanno dunque presi alla lettera. Tutt'al più, finché rimaniamo vicini alle condizioni in cui la teoria è sorta, possiamo comportarci come se essi fossero il tempo e lo spazio di Galileo; ma l'estrapolazione, sempre pericolosa, condurrà qui inevitabilmente ai più gravi errori.

Il tempo locale, come aveva ben visto Lorentz, è un artificio matematico, non una realtà fisica; e artificio matematico è anche la contrazione. Ciò che cambia, come hanno oggi capito Dive e Barbulescu e avevano già capito Ritz e La Rosa, è la luce.

DALLA MATERIA L'ENERGIA?*

Per gli scienziati dell'Ottocento la materia e l'energia costituivano una specie di Santissima Binità. Confusamente, la materia era per loro una sostanza, mentre l'energia doveva essere una proprietà: cosicché, a rigore, la materia era concepibile senza l'energia, ma non viceversa. In realtà, le cose erano molto più complicate. Come la materia, anche l'energia si poteva trasformare nei modi più diversi, anche, direbbe Galileo, incogniti e inopinabili, rimanendo quantitativamente immutata. Era dunque anch'essa una sostanza, perché «sostanza» appunto questo vorrebbe significare: qualcosa che rimane costante attraver-

* Pubblicato nel «Politecnico», 12 gennaio 1946, p. 2.

so i mutamenti, che sta sotto ai mutamenti. Ma pur considerandola come sostanza, si continuava a crederla una proprietà, e si poneva perciò tra la materia e l'energia un abisso. L'idea che la materia si potesse trasformare in energia era di un'assurdità così radicale che non poteva nemmeno venire in mente. È vero che tutto questo era difficile a pensarsi (e il concetto della sostanza era stato infatti dimostrato assurdo da Berkeley e poi da Kant e da Hegel); ma poiché si voleva mantenere a ogni costo quel concetto, o meglio poiché non si sapeva farne a meno, per insufficienza filosofica, ci si rifugiava nel mistero. La materia e l'energia erano eterne, come il Padre e lo Spirito Santo, ed era assurdo cercare di capirle. Uno scienziato famoso, il du Bois-Reymond, alla fine di una sua conferenza che levò un gran fracasso, disse appunto che non solo noi

ignoriamo che cosa siano la materia e l'energia ma l'ignoreremo sempre. Non solo *ignoramus* (diceva solennemente) ma *ignorabimus*.

Quest'*Ignorabimus* fu ripetuto freneticamente o fu maledetto, a seconda dei punti di vista, ma non fu né dimostrato né confutato. Eppure nel *Politecnico*, e stavo per dire qui nel *Politecnico*, nel volume ottavo (1860), Carlo Cattaneo sostenne audacemente che ciò che non possiamo negare è la forza, mentre «la materia, spogliata di tutte le forze che supponiamo risiedere in essa, è un vano nome». Subito dopo dice, come ripeterà più tardi l'Ostwald, che la materia è un'idea superflua. Nel volume decimo (1861), contro Paolo Lioy che vedeva nell'universo materia e vita, dice: «A noi basta il concetto di forza; sostanza che non resista, sostanza che non sia forza, nel nostro pensiero svanisce». Per Cattaneo come per

Leibniz, la forza agisce sempre, compie sempre un lavoro, cioè non è forza ma energia. Il mondo fisico è dunque per Cattaneo, come poi per l'Ostwald, tutto energia. E se è così, è evidente che la cosiddetta materia si può trasformare in energia: si tratta sempre di trasformare una forma di energia in un'altra.

Oggi gli scienziati che non accettano la trasformazione della materia in energia non saprebbero render conto di ciò che sostengono sulla fede di Einstein, per quanto, in verità, l'esperienza dia loro ragione. Un caso particolarmente istruttivo è quello di Giorgi. Si sa che l'illustre matematico, fisico matematico ed elettrotecnico, ben noto per il sistema di misura che porta il suo nome, ha molto contribuito alla teoria della relatività, di cui è entusiasta. Egli accetta senza riserve il concetto dell'inerzia dell'energia ma si adombra davanti al-

la trasformazione della materia in energia, sebbene non dica perché. Nel numero di maggio di *Mercurio*, a proposito dell'origine del calore solare, diceva addirittura: «L'assurda leggenda, tanto ripetuta, che la materia si trasformi in energia, viene messa tranquillamente da parte». La trasformazione dunque non solo non sarebbe vera ma non sarebbe nemmeno possibile. Più recentemente, in *Realtà* (n. 23-24), parlando della bomba atomica, ha riaffermato le sue idee ma senza intransigenza. «La vera materia (egli dice) sono i neutroni e i protoni. Non possiamo escludere che in qualche caso eccezionale uno di questi due corpuscoli perda la propria materialità e si trasformi in energia; ma finora, né dalla teoria né dall'esperimento, risulta che ciò avvenga». La teoria dice solo, secondo il Giorgi, che se un certo quantitativo di materia si trasformasse in energia,

da un milligrammo di materia si ricaverebbero circa dieci miliardi di chilogrammetri, ma non dice che la trasformazione possa avvenire; «È vero che un elettrone positivo e uno negativo, incontrandosi, possono distruggersi reciprocamente e dar origine a un fotone che irradia; ma si tratta di due corpuscoli fatui che si trasformano in altro corpuscolo fatuo». Quest'idea dei corpuscoli fatui non è nuova. Ma non mi pare che serva allo scopo. Questi corpuscoli, per quanto fatui si possano dire, sono materia o energia, secondo i gusti; ma, ciò che davvero importa, essi vengono fuori da quella che anche il Giorgi considera come vera materia, dove si formano all'atto dell'emissione. Il fenomeno che si vorrebbe contestare esiste dunque innegabilmente. Il ragionamento che fa il Giorgi per difendere il suo punto di vista dimostra la tesi opposta. Direi che il Giorgi, mentre crede

di opporsi alla trasformazione della materia in energia, presenta il fenomeno in un modo accettabile al pensiero comune. Il Giorgi dice in sostanza questo: Quando il nucleo si spezza e viene fuori l'energia che la bomba atomica ha reso popolare non si tratta di trasformazione di materia in energia. Il nucleo è costituito di protoni, neutroni ed energia. Quando si spezza, l'energia vien fuori; e poiché l'energia ha massa sembra che la materia si trasformi in energia. Il nucleo non ha perduto una parte della sua massa vera ma solo la massa dell'energia che conteneva e che si è resa libera. Il diavolo atomico è dentro il nucleo: tranquillo, innocente; appena lo stuzzicano viene fuori imbestialito e distrugge tutto.

Ebbene, purché questo discorso non si prenda alla lettera può passare e può essere opportuno a chi, per residui di mentalità scolastica, ripugni

alla trasformazione. Ma bisogna andare avanti. Perché solo il nucleo dev'essere costituito di materia ed energia, e non anche i neutroni e i protoni? Dire che essi sono purissima, eterna materia non si può. Un corpuscolo materiale, come hanno dimostrato Leibniz e Kant, è necessariamente esteso. Le sue parti, in circostanze opportune, possono scindersi. Dire che il corpuscolo è infinitamente duro, è duro per essenza, significa tornare alle qualità occulte degli scolastici, anzi significa sostenere l'assurdo. Sarebbe come dire che è talmente duro che non si può immaginare niente di più duro. Le grandezze fisiche sono essenzialmente finite, e finita è perciò la durezza. Il protone è indivisibile in certe circostanze, in un certo ordine di fenomeni, come il nucleo, come l'atomo, come la stessa molecola. Se vogliamo dell'acqua non possiamo andare oltre la moleco-

la. In quanto acqua la molecola è inscindibile. Quando la decomponiamo, invece di acqua abbiamo idrogeno e ossigeno. L'unità non è una cosa ma un concetto col quale pensiamo le cose. Leibniz diceva giustamente che la monade è spirituale. Ma allora è monade anche quest'articolo, per quanto in esso possiamo distinguere parole e lettere e spazi. Le lettere, messe insieme alla rinfusa, non sono più l'articolo, ma questo non significa che, analizzando l'articolo, non ce le possiamo trovare. Giovanni Giorgi dovrebbe dire che anche il neutrone e il protone sono composti di materia ed energia, e che perciò si potranno scindere, dando origine a nuovi effetti di ordine superiore, relativamente a quelli della bomba. Non c'è dubbio: la bomba che si chiama atomica e si dovrebbe chiamare nucleare non è il *non plus ultra*. Un bel giorno salterà fuori la superbomba. La fisi-

ca nucleare è l'inizio di una nuova fisica che spezzerà i protoni e i neutroni e metterà nuove energie a disposizione della guerra e della pace. Ci auguriamo siano messe solo a servizio della pace. L'America farà bene a non abusare del suo segreto, orientandosi più decisamente verso la pace.

MATERIA ED ENERGIA*

Il nostro insigne collaboratore Giovanni Giorgi ci ha fatto un gran piacere intervenendo nel dibattito sulla materia e l'energia. Non crediamo tuttavia che la discussione si possa considerare esaurita e ci permettiamo di esporre alcune considerazioni, augurandoci che il Giorgi possa darci altri chiarimenti.

Un chiarimento è indispensabile a proposito della rivendicazione di priorità che fa il Giorgi nei riguardi di Einstein. Qui c'è evidentemente un equivoco che va dissipato. Il Giorgi dice che egli per primo affermò, nel 1912, che l'energia pos-

* Risposta ad un articolo di Giovanni Giorgi pubblicata, insieme con questo, nel «Mondo», Firenze 17 agosto 1946, p. 3.

siede inerzia, cioè massa, come la materia ordinaria; e cita una lettera ad Einstein di cui fu mandata copia anche al Levi-Civita. Sarebbe opportuno che di questa lettera ci fosse mandata copia. La pubblicheremmo volentieri, perché siamo convinti che ha la sua importanza per la storia della teoria della relatività. Ma, quanto all'affermazione fondamentale, una certa priorità nei riguardi di Einstein si può ammetterla a favore di Carlo Cattaneo e di Ostwald ma non di Giorgi. Einstein, in una breve nota citatissima dai relativisti e tradotta anche dal Solovine, pubblicata per la prima volta negli *Annalen der Physik* del 1905 e datata da Berna, settembre 1905, dice che se un corpo subisce una perdita di energia sotto forma di radiazione, la sua massa diminuisce del valore ormai classico ricordato dal Giorgi. E poiché, continua Einstein, evidentemente importa poco che l'ener-

gia sottratta al corpo si trasformi in energia radiante, possiamo dire in generale che la massa di un corpo è la misura della sua capacità di energia. Preciso numericamente il valore della variazione nel modo ben noto, l'Einstein conclude che, se la teoria corrisponde ai fatti, si deve ammettere che la radiazione trasporti dell'inerzia tra i corpi che l'emettono e quelli che l'assorbono.

Potrebbe darsi che il Giorgi abbia perfezionato queste vedute di Einstein (bisognerà vedere la lettera del '912) ma è certo che Einstein ha chiaramente enunciato il principio dell'inerzia dell'energia nel '905 e quindi assai prima del Giorgi, che dichiara di averlo enunciato nel '912. Ripeto però che il caso è curioso, perché la nota einsteiniana del '905 non può essere sfuggita a un uomo della cultura di Giovanni Giorgi.

Nella nota di Einstein, come si è visto, c'è l'importante affermazione che la massa di un corpo è la misura della sua capacità di energia, vale a dire viene abbandonato il concetto sostanzialistico della materia, la quale si riduce così a una forma di energia, come il calore. Questa è l'idea che è diventata corrente tra i fisici, e non si capisce perché il Giorgi non l'accetti. Aggiungerò che Einstein, nel suo volumetto di volgarizzazione della sua teoria, deduce lo stesso risultato dalla relatività ristretta e non da quella generale. «Il più importante risultato della teoria della relatività ristretta – egli dice – si riferisce al concetto della massa. Mentre nella fisica prerelativista ci sono due teoremi di conservazione di fondamentale importanza, cioè quello della conservazione dell'energia e quello della conservazione della massa, i quali sembrano indipendenti l'uno

dall'altro, nella teoria della relatività essi vengono sintetizzati in un solo teorema». Per Einstein il principio della conservazione della massa non perde la sua utilità perché le variazioni di energia che possiamo comunicare a un sistema non sono abbastanza grandi da modificare in maniera sensibile la massa inerte (allora non si parlava della frantumazione dell'uranio), ma il principio fondamentale unico è quello dell'energia. Si direbbe che anche per il Giorgi sia questo il principio fondamentale, tant'è vero che egli mi accusa di avere una concezione troppo materialistica della materia, e allora non si capiscono le obiezioni che egli solleva. Dal fatto che anche l'energia abbia una massa, non ne segue, secondo lui, la possibilità della trasformazione. Sarà: non voglio cavillare. Senonché, se l'energia ha una massa non si vede più in che cosa si distingua essenzialmente

dalla materia e allora, al contrario di come crede Giorgi, ne segue la possibilità della trasformazione. Anche sul concetto della trasformabilità della materia in energia non posso essere d'accordo col Maestro. Egli dice che la domanda se la materia si possa trasformare in energia si risolve in questa: – Si è mai verificata sperimentalmente la trasformazione in energia di qualche neutrone o protone? – Se fosse così, non ci sarebbe differenza tra il reale e il possibile. Dicendo che la trasformazione è possibile si vuol dire che non è assurda. E qui parrebbe che l'accordo col Giorgi ci sia, perché egli non esclude più, a quanto sembra, la pura possibilità della trasformazione. Oggi la trasformazione non gli sembra più, parrebbe, un'assurda leggenda, ma una leggenda gratuita. Se fosse proprio questo il suo pensiero, cioè se egli aspettasse nuove esperienze, non sarebbe

un gran male. A me pare che egli non dica tutto il suo pensiero. Direi che egli ripugni alla trasformazione per ragioni filosofiche che lascia in ombra. Su questo punto sarebbe bene che egli fosse esplicito.

Nell'articolo del *Politecnico*¹⁸ si voleva dimostrare che in base alle idee di Giorgi, valendosi delle considerazioni che Leibniz fa contro l'atomo e che io applicavo al neutrone e al protone, si arriva alla conclusione che la materia si può trasformare in energia. A quelle considerazioni il Giorgi non si oppone, anzi le conferma, perché, pur distinguendo i neutroni e i protoni dagli atomi formati, ammette che i due corpuscoli possiedano un'estensione: e allora è valido il ragionamento di Leibniz. Contro il quale, in verità, non mi sarei aspettato la lavata di capo che gli somministra,

18[Vedi qui sopra, p. 244 sgg.].

senz'esserne stato provocato, Giorgi. Leibniz è un grande pensatore e merita maggiori riguardi. Se riserve si possono fare, e radicali, sulla sua metafisica, è chiaro che non le può fare Giorgi, che essendo cattolico, ne accetta il principio. Il ragionamento del *Politecnico* non sarebbe più adatto quando si negasse assolutamente, e non fino a certo punto come fa Giorgi, la materialità dei neutroni e dei protoni; ma si potrebbe allora ragionare in altro modo. Questi corpuscoli o sono le monadi di Leibniz o sono già energia (allo stato potenziale o come altrimenti Giorgi preferisce). Il concetto di monade, cioè di sostanza semplice (qui siamo d'accordissimo con Giorgi) è uno dei più aprioristi, e Kant ha dimostrato che non regge: possiamo dunque non prenderlo in considerazione. Se i corpuscoli sono energia allo stato potenziale, si possono evidentemente trasfor-

mare in altre forme di energia. Io credo precisamente che questa sia la verità. La materia non è sostanza, come credevano gli scolastici, ma idea, come dimostrò Berkeley, o, se Berkeley, come filosofo, sebbene vescovo, non è gradito, capacità di energia, come dice Einstein, o, se piace di più, è una particolare forma di energia. Se è così, la verifica sperimentale che invoca Giorgi l'abbiamo sotto gli occhi. Ogni volta che un corpo emette energia vuol dire che una particella della sua massa si è trasformata in energia. S'intende che si può sempre domandare in che misura nelle frantumazioni dell'uranio, protoni e neutroni si trasformino in energia, e se è possibile la trasformazione integrale, o, se anche nelle trasformazioni della materia in energia, c'è un limite, analogo a quello che c'è nelle trasformazioni del calore in lavoro meccanico; ma su questo e su altri aspetti

del problema vogliamo sperare che intervenga Giovanni Giorgi. Allora saremmo davvero contenti di avere scritto queste righe.

CHE COS'È LA MATEMATICA?*

Einaudi ha fatto bene a pubblicare nella sua «Biblioteca di cultura scientifica» l'*Introduzione al pensiero matematico* di Friedrich Waismann. Il libro è un complemento ai trattati universitari di matematica e potrà essere letto utilmente dagli studenti. Per i professori potrà costituire un motivo di discussione. È consigliabile anche al gran pubblico (benché richieda una certa preparazione), se non altro perché gli darà un'idea sorprendente della matematica. Dal libro risulta infatti che la matematica non è una scienza tutta certezza e senza punti discutibili. I più grandi matematici si sono qualche volta ingannati e potranno

* Pubblicato in «Panorama», 27 settembre 1939, p. 716 sgg.

ingannarsi nell'avvenire. Certi principî che al pensiero comune appaiono evidenti sono stati negati, per esempio il postulato euclideo che per un punto fuori di una retta si può condurre una e una sola parallela alla retta, o il postulato di Archimede che un multiplo abbastanza elevato di una grandezza possa superare una grandezza qualunque della stessa specie.

Il Waismann interessa perché conosce bene la matematica e perché ha senso critico. Alcuni capitoli di questo volume, certe sue osservazioni si leggono con vero godimento; anche dove è più discutibile si fa rispettare.

Il punto debole del Waismann è la sua filosofia che, come spiega il traduttore, dottor Lodovico Geymonat, è «quella interessante e ormai famosa scuola positivista, che fu conosciuta dapprincipio sotto il nome di “Circolo viennese”», e che

fu fondata da Ludwig Wittgenstein. Per il Geymonat, anzi, si direbbe che l'Autore abbia voluto con questo volume provare la solidità del metodo neopositivista.

Secondo me, il Waismann, dato il suo ingegno e il consiglio e l'appoggio del Wittgenstein, ha dimostrato l'incapacità del positivismo viennese a chiarire l'essenza della matematica.

Quando l'Autore critica le varie opinioni matematiche al di fuori delle pregiudiziali viennesi, ci persuade; quando si lascia prender la mano dall'agnosticismo e dal pragmatismo della scuola, ci delude. Perfino lo stile del libro presenta questo dualismo, perché quando il Waismann critica gli errori degli avversari è «risoluto e ardito», se cerca di ricostruire diventa tortuoso e sfuggente. Qualche volta vi dice che la tesi da dimostrare è stata dimostrata (ma voi non ve n'eravate accor-

ti); oppure, invece di enunciarvi chiaramente la sua tesi, ve la dà in una forma implicita raffinata che è come un gioco cinese. L'Autore vi presenta una scatola e vi dice che dentro c'è la soluzione. Voi l'aprite e ne trovate dentro un'altra e poi un'altra; e finalmente trovate una scatola grigia che non si apre.

— Non vi scoraggiate – vi dice a questo punto l'Autore –: la scatola è trasparente; aguzzate la vista e vedrete tutto!

Il Waismann si era proposto di studiare l'essenza dei concetti matematici, liberando la matematica dall'oggettivismo volgare, dall'empirismo e dalle contraddizioni di cui, secondo Lagrange, formicola (sicché ha ottenuto grandi risultati solo per l'infinita clemenza di Dio). Occorreva inquadrare la matematica nella filosofia, sostituendo al

matematico puro quello che Galileo chiama matematico filosofo.

Egli sorride, non senza ragione, quando sente chiamare numeri assurdi da Stifel e numeri finti da Cardano i numeri negativi, e quando Leibniz dice che i numeri immaginari sono «un artificio sottile e meraviglioso dello spirito divino, quasi un anfibio tra l'essere e il non essere»; e non ripeterebbe certo con D'Alembert: «Andate avanti che la fede verrà», perché ha visto lucidamente che quelle parole possono convenire a chi si preoccupi «piú della conquista di nuovi campi del sapere che non dell'analisi precisa dei concetti».

Quando esce dal circolo viennese ragiona bene e tende, sia pure con qualche incertezza, a una concezione della matematica come scienza autonoma che mi piace molto. Egli ha ben compreso e ci fa vedere che la matematica non è tro-

vata bell'e fatta, ma è costruita razionalmente dal matematico; e, se somiglia in qualche modo a un gioco, è in realtà molto di piú di un gioco, se non altro perché è utile e feconda. Se si fosse abbandonato al suo estro, il Waismann avrebbe finito col concludere che anche i postulati da cui il matematico parte, a mano a mano che egli va avanti e costruisce la scienza, perdono il loro carattere gratuito e la loro astrattezza e divengono momenti essenziali di un pensiero e quindi pensiero anch'essi. Del resto, è vero che i postulati (l'Autore li chiama sempre assiomi e conviene distinguere) sono arbitrari, cioè, entro certi limiti, scelti ad arbitrio, ma né falsi né vuoti, né in contraddizione fra loro. A chi studia matematica viene sempre la fede, come pensava D'Alembert, ma è una fede che è tutt'uno con la ragione. Il compito del filosofo è di chiarire e approfondire

quest'identità. Il Waismann invece, opponendosi a quello che c'è di nuovo e vivo nelle sue riflessioni, dice che la matematica non è un sistema ma una molteplicità di sistemi; che le sue proposizioni (tutte: anche $2+2$ uguale a 4; l'esempio è suo) non sono pensieri ma regole d'azione che possono essere seguite o trasgredite. Egli arriva a dire che l'aritmetica è un puro calcolo, sospeso sul vuoto come i nostri sogni, e fondato sul nulla.

Ad alcune delle sue più discutibili affermazioni risponde altrove egli stesso. Egli sostiene, per esempio, che davanti alla domanda: «Che cosa è il numero?», ci troviamo press'a poco come davanti al problema agostiniano del tempo. Secondo lui, per sapere che cosa è il tempo non bisogna cercare di rispondere: «Il tempo è...» (le risposte di questo genere sarebbero impossibili), ma occorre mettersi in grado di comprendere la

parola tempo nei vari casi in cui viene adoperata (non ho tempo, il tempo passa, al tempo che Bertta filava, che tempaccio!, tempo perduto). Analogamente per il concetto di numero (anzi, egli dovrebbe aggiungere, per qualunque concetto).

Ebbene, egli aveva già affermato che, davanti ai numeri immaginari, gli studenti novizi provano un'impressione di mistero che scompare quando imparano ad applicarli. «Ma – aveva aggiunto acutamente – queste applicazioni non riescono affatto a spiegare la natura dei numeri immaginari. Ci si abitua ad essi e non si domanda altro». Evidentemente, in questo modo si potrebbero creare degli scolari diligenti ma non dei matematici e tanto meno dei filosofi della matematica. Peano non avrebbe scoperto la curva che riempie interamente un quadrato, né si sarebbe arrivati al concetto moderno di curva, né Klein avreb-

be dato la definizione delle geometrie, né Waismann avrebbe scritto le pagine più sue. Chi vuole spiegare i numeri immaginari (e ogni altro numero, ogni concetto) deve andare oltre, passando dall'abitudine alla consapevolezza; e allora vedrà che la matematica è vera e una e che le sue contraddizioni sono apparenti. In qualche caso lo riconosce anche l'Autore. Il principio che la parte è minore del tutto – egli dice – vale per insiemi finiti ma non per insiemi infiniti. Per conseguenza – aggiungo io – il matematico ha ragione quando lo afferma per gl'insiemi finiti e lo nega per gli altri, né per questo si contraddice.

Nessuna contraddizione si può ammettere tra la geometria euclidea e le altre, né tra il postulato di Archimede e la geometria di Veronese. Il postulato delle parallele non è valido incondizionatamente ma vive nella geometria euclidea; il po-

stulato di Archimede vale per i segmenti finiti e per le altre grandezze ordinarie, non vale per gli angoli formati da una circonferenza e dalla sua tangente in un punto, come aveva cominciato a capire Galileo e capí benissimo Veronese.

Bisogna mettersi in testa che ogni principio è determinato, cioè si riferisce a un certo spazio, a un certo tempo, a certe ipotesi, a una certa situazione, e ha perciò un suo campo di validità oltre il quale non è applicabile. Purtroppo noi tendiamo a ricadere nel sofisma dei dottori di Salamanca: neghiamo gli antipodi perché, nel nostro emisfero, gli uomini hanno di solito la testa all'insù.

LE INTERPRETAZIONI DELLA GEOMETRIA NON EUCLIDEA*

I fondatori della geometria non euclidea ebbero consapevolezza dell'importanza della scienza nuova da loro creata. Com'è noto, Giovanni Bolyai, nella lettera scritta al padre da Temesvar il 3 novembre 1823 disse: Ho creato dal nulla un nuovo universo. Lobacevskji, nella sua *Pangeometria*, mostra inoltre un gran senso critico. Egli dice esplicitamente che la definizione comune della parallela è insufficiente perché non caratterizza abbastanza una sola linea retta e aggiunge: Si può dire la stessa cosa della maggior parte

* Pubblicato nel «Bollettino dell'Unione matematica italiana», serie III, anno V (1950), p. 82 sgg.

delle definizioni date ordinariamente negli elementi di geometria; poiché queste definizioni non solamente non indicano la generazione delle grandezze che si definiscono, ma non dimostrano neanche che queste grandezze possano esistere. Così si definiscono la linea retta ed il piano con una delle loro proprietà; si dice che le linee rette sono quelle che si confondono sempre allorché hanno due punti comuni; che un piano è una superficie con la quale una linea retta si confonde sempre, allorché con essa ha due punti comuni. Egli preferisce perciò di cominciare non col piano e la retta ma con la sfera e col cerchio, le cui definizioni non sono incomplete giacché contengono la generazione delle grandezze che definiscono. D'altra parte, procede nelle dimostrazioni con metodo rigoroso che fu giustamente ammirato da Gauss. Egli afferma che la pangeometria è una

dottrina completa, fondata su principi certi e che la supposizione della geometria ordinaria che il valore della somma dei tre angoli di un triangolo rettilineo è costante non è una conseguenza necessaria delle nostre nozioni di spazio. Eppure Bolyai, dopo aver scritto l'*Appendix* sulla scienza dello spazio assolutamente vera ed indipendente dalla verità o dalla falsità dell'assioma XI di Euclide (da non potersi decidere mai a priori), ebbe una crisi e cercò di dimostrare il quarto postulato.

Lobacevskji fu più fermo, anzi abbandonò il titolo di geometria immaginaria che aveva prima adottato. In realtà però anche lui non riuscì mai a comprendere che la geometria non euclidea è vera come l'euclidea e può coesistere con essa. Egli credette che l'esperienza potesse decidere in favore dell'una o dell'altra geometria, e poiché le misure dirette non mostrano che la somma de-

gli angoli di un triangolo possa differire anche minimamente da due retti, credette che l'ipotesi che la somma sia minore di due retti non possa avere applicazione che nell'analisi. La geometria iperbolica sarebbe dunque una geometria coerente in senso formale, ma non rispondente alla realtà; sarebbe essenzialmente astratta, mentre la geometria euclidea sarebbe, o sembrerebbe, concreta.

Lo stesso Klein, a cui si devono ricerche importanti nel campo della geometria non euclidea, nel Programma di Erlangen, pur riconoscendo che le ricerche sulla teoria delle parallele hanno dimostrato definitivamente che l'assioma delle parallele non è conseguenza matematica di quelli che generalmente gli si premettono ma rivela un elemento di intuizione essenzialmente nuovo, dice che proporsi se il postulato sia o no verificato ap-

prossimativamente dall'esperienza è una questione filosofica che non interessa il matematico come tale. La matematica sarebbe così astrazione o, come direbbe Croce, pseudo-concetto e non vera scienza.

Tuttavia, dopo le ricerche di Riemann, Beltrami, Hilbert, Klein, Dehn, Cayley, Clifford, Helmholtz, Lie, dopo le ricerche del nostro Luigi Bianchi e la critica di Poincaré, mi pare che si possa considerare acquisita l'idea che la geometria non euclidea è vera come l'euclidea e che scegliere tra l'una e l'altra è assurdo.

Ormai è assodato che della geometria non euclidea si possono dare interpretazioni euclidee e che si può con opportuni vocabolari passare dall'una all'altra geometria; d'altra parte è stato chiarito che queste varie geometrie non son che teorie di speciali geodetiche definite dai rispettivi

postulati; è evidente perciò che le varie geometrie, compresa quella generale o assoluta, cioè che non afferma né nega il postulato euclideo e quelli di Lobacevskji-Bolyai o di Riemann, tutte le geometrie non sono che capitoli diversi di una stessa scienza.

Questo punto di vista è, in fondo, quello di Poincaré reso coerente, cioè liberato di quel convenzionalismo che ha, secondo me, oltrepassato il genuino pensiero dello scienziato francese. Ne *La science et l'hypothèse*, il Poincaré parla dell'interpretazione che Beltrami ha dato della geometria di Lobacevskji e di quelle che si possono dare mediante opportuni dizionari e conclude che non si potrà mai incorrere in contraddizioni sviluppando tutte le conseguenze dell'ipotesi di Lobacevskji, giacché se due teoremi di Lobacevskji fossero contraddittori sarebbero pure contra-

dittorie le loro traduzioni. Non è tutto – aggiunge Poincaré –: la geometria di Lobacevskji, suscettibile di una interpretazione concreta, cessa di essere un vano esercizio di logica e può ricevere delle applicazioni; e cita le proprie ricerche e quelle di Klein per l'integrazione delle equazioni lineari. Egli osserva inoltre che l'interpretazione di cui ha parlato non è unica, e si potrebbero stabilire più dizionari analoghi che permetterebbero di passare dai teoremi di Lobacevskji a quelli di geometria ordinaria.

Egli osserva ancora che i postulati della geometria non sono né giudizi sintetici a priori né fatti sperimentali, o meglio definizioni mascherate; e alla domanda: – La geometria euclidea è vera? – risponde che essa non ha senso, come non ha senso domandarsi se il sistema metrico decimale sia vero e le antiche misure false; se siano vere

le coordinate cartesiane e false le polari; e che perciò una geometria non può essere più vera, ma soltanto più comoda di un'altra. Evidentemente, sia pure in modo non del tutto chiaro, Poincaré non nega che la geometria sia vera e tanto meno afferma che essa è tutta arbitraria; egli dice soltanto che per l'interpretazione della realtà fisica può essere più comoda la geometria euclidea che è strettamente legata al nostro mondo, mentre in un mondo fisico costituito diversamente, in cui per esempio non ci fossero corpi solidi, potrebbe essere preferibile l'uso di un'altra geometria. Per comprendere il punto di vista del Poincaré occorre tener presente ciò che egli dice anche ne *La valeur de la science* e in *Science et méthode*. Evidentemente – egli dice nel primo di questi libri – quando diciamo che la retta euclidea è una vera retta, vogliamo dire soltanto che la pri-

ma idea intuita corrisponde a un oggetto *piú notevole* della seconda. L'oggetto piú notevole, come è noto, è il corpo solido, sul quale è modellata la geometria euclidea.

In *Science et méthode* egli dice che se un raggio luminoso non soddisfa al postulato di Euclide noi non dobbiamo rinunciare alla geometria euclidea, ma concludere che il raggio luminoso non è rettilineo, tanto piú che il raggio luminoso probabilmente non ubbidisce rigorosamente né al postulato di Euclide né alle altre proprietà della retta euclidea.

A me pare che all'idea che, anche dopo il Poincaré, alcuni difendono, secondo la quale si dovrebbe risolvere per via sperimentale il problema del carattere euclideo o non euclideo dello spazio, si possa opporre questo ragionamento: Se, misurando gli angoli di un triangolo, troviamo che

le loro somma non è uguale a due retti, e siamo naturalmente sicuri di non aver commesso errori, non è certo legittimo di concludere che la geometria euclidea è falsa, ma solo che quel triangolo non è euclideo.

Per concludere devo dire qualche parola sui rapporti tra la geometria non euclidea e la teoria kantiana dello spazio. Com'è noto, in Italia alcuni matematici, come l'Enriques, i quali continuano una tradizione che risale ai tempi di Kant, sostengono che le geometrie non euclidee abbiano distrutto la teoria kantiana; altri, come il Caramella e altri filosofi, dicono invece che la teoria di Kant è la migliore giustificazione delle geometrie non euclidee. A me pare che il problema non sia ben posto, ma inclino a credere che abbiano più ragione i filosofi.

Del resto Poincaré è piú vicino a Kant che all'empirismo. Non si può negare che Kant si riferisca implicitamente alla geometria euclidea, ma egli mostra di ignorare radicalmente la stessa possibilità di altre geometrie. È certo però che la sua teoria dello spazio non implica particolari ipotesi sulla metrica dello spazio e quindi va considerata come del tutto indipendente dal carattere euclideo o non euclideo della geometria.

La teoria di Kant non è né euclidea né antieuclidea, ma extraeuclidea, e appunto perciò è compatibile con ogni geometria.

LA SCIENZA DI GARBASSO*

Dopo le belle commemorazioni di Luigi Puc-
cianti, della Brunetti, di Ronchi e la relazione di
Fermi all'Accademia d'Italia, non resta che ten-
tare una valutazione critica dell'opera di Antonio
Garbasso. Il compito non è dei piú semplici per-
ché implica limitazioni che potranno sembrare
dolorose ma è forse il migliore omaggio che si
possa rendere al Maestro, tanto piú che, come si
vedrà, la sua figura viene illuminata con altra lu-
ce, non diminuita.

Antonio Garbasso era allievo del grande Hertz
dal quale prese alcune vedute teoriche e l'amore
per le sistemazioni matematiche e per l'esperien-
za. Era abile sperimentatore e alcune sue espe-

* Pubblicato in «Pan» II (1934), p. 274 sgg.

rienze sulle onde elettriche piacquero molto a Hertz. Tuttavia egli è piú originale come fisico matematico che come sperimentatore: è facile persuadersene esaminando uno dei suoi lavori piú apprezzati: la memoria sul miraggio. La memoria piace dal lato matematico, da quello sperimentale, da quello bibliografico; dal punto di vista letterario fa pensare a un Euclide ringiovanito o a una statua greca. Nella letteratura dell'argomento, nelle esperienze, nelle formole, l'Autore si muove con eleganza; ma voi sentite che la parte piú sua è quella matematica. Il Garbasso stesso ve lo fa capire perché nell'introduzione osserva che nei lavori precedenti non si è mai stabilito un nesso logico tra i risultati del calcolo e quelli della ricerca sperimentale e rivendica a se stesso unicamente la parte matematica in cui la sistemazione viene effettuata con un fare da signore. Le

esperienze sono indovinate ma non spinte a fondo e non è senza ragione che, subito dopo, il Rolla abbia potuto spingersi sperimentalmente molto piú avanti.

Come fisico il Garbasso fece varie altre cose belle ma sin dagli anni giovanili egli fu dominato da un'esigenza profonda e direi dolorosa di totalità: e non poté limitarsi alla fisica. Nei saggi raccolti nel volume *Fisica d'oggi, filosofia di domani*, egli tentò una rielaborazione filosofica della fisica, mostrandosi sostanzialmente d'accordo con Hertz: Già nel volume *Quindici lezioni sperimentali su la luce considerata come fenomeno elettromagnetico*, aveva sostenuto la teoria hertziana dei «modelli» in forma estrema. Ogni teoria che si dà per un dato ordine di fenomeni, – diceva allora, – non è che un modello o, in altri termini, un'immagine grossolana dei fenomeni. Di uno

stesso fenomeno «si possono dare due modelli diversi. Quindi una teoria può essere vera, per noi, senza avere in sé nulla del reale».

Questo è nominalismo, giacché il modello è il simbolo o, tutt'al più, l'ombra della realtà; senonché in *Fisica d'oggi, filosofia di domani*, l'Autore chiarì che la molteplicità dei modelli accettabili deriva non dalla natura delle cose ma dallo stato attuale del sapere e che ogni nuovo progresso scientifico deve limitare il numero dei modelli, lasciandone finalmente superstiti uno solo, «quello che sarebbe fornito dalla percezione immediata della realtà». Il nominalismo avrebbe carattere provvisorio; la posizione definitiva sarebbe l'adeguarsi tomisticamente alla realtà. La tesi è affermata ma non svolta e così il libro non ebbe fortuna. L'insuccesso deve aver consigliato il Garbasso a non insistere in quella direzione. Non per

questo egli rinunciò alle sue idee, anzi le irrigidí. Per tutta la vita il Garbasso non mancò di prendersela con la filosofia. Il suo dadà era l'idealismo hegeliano ma egli comprendeva in questa espressione tutte le filosofie che non riconoscessero il primato della scienza. Non meno di Hegel condannava i suoi precursori e seguaci napoletani e non risparmiava Bergson. Anche in sant'Agostino subodorava l'idealismo. Tra i precursori napoletani di Hegel metteva Bruno, verso il quale non ha mai avuto parole di simpatia. A lui piemontese, il filosofo di Nola doveva sembrare caotico e barbarico e doveva rifuggirne per istinto. Così non poté accorgersi che la pagina del *Dialogo sui massimi sistemi* in cui Galileo espone, con grande compiacimento del Garbasso, il principio di relatività della meccanica classica ha

un'anticipazione ammirevole nella *Cena delle Ceneri*.

Al centro dei pensieri di Garbasso, in fondo alle sue impazienze e alle sue inquietudini c'era la scienza. Fuori della scienza egli non vedeva che la mentalità «cinese»: un miscuglio di puerilità, di faciloneria, di astrazioni arbitrarie, un perditempo. Il suo era un positivismo vago, quasi del tutto virtuale, perché se diceva che la fisica di oggi era destinata a diventare la filosofia di domani, il domani era relegato in un limbo irraggiungibile. Dal positivismo dei filosofi rifuggiva come dall'idealismo perché era anch'esso filosofia. La sua condanna della filosofia era senz'attenuanti: «La storia insegna, – disse a proposito di Kant, – che i filosofi non hanno inventato mai nulla, nemmeno gli errori».

Le sue piú vive simpatie erano per Galileo e per Newton coi quali aveva in comune il concetto della scienza come filosofia naturale e il sentimento religioso. Newton gli sembrava superiore perché, grande fisico e grandissimo matematico, aveva saputo risolvere i problemi che gli si erano presentati, inventando di volta in volta i metodi e gli strumenti necessari; e i *Principi matematici di filosofia naturale* gli sembravano il libro «piú meraviglioso forse che sia stato mai scritto».

Il giudizio è prezioso per comprendere il Garbasso. Perché i grandi dialoghi di Galileo sono inferiori ai *Principi* di Newton? Galileo vi si rivela grande osservatore, grande sperimentatore e ragioniatore profondo, e nessuno potrebbe dire bruscamente che sia inferiore a Newton. Ma nel capolavoro newtoniano Antonio Garbasso vede assai meglio realizzato il suo concetto della «filoso-

fia naturale». Evidentemente egli prescinde dalla gnoseologia e dalla teologia di Galileo e vedremo che non coglie il significato del processo e della condanna.

Data questa mentalità puramente scientifica e data la negazione violenta del concetto della verità che si sviluppa, non c'è da aspettarsi dal Garbasso delle valutazioni e ricostruzioni che meritino di essere dette propriamente storiche; né ce ne sono. I numerosi saggi di argomento storico che egli ha scritto vanno considerati, più che altro, come materiali (preziosi) per un grande trattato di fisica o come pagine disperse dell'eccellente trattato che l'Autore poteva scrivere. Il Garbasso s'interessa quasi esclusivamente ai risultati e non al modo come sono ottenuti. Leggete le due conferenze su Volta. Tutto quello che Volta ha fatto lo saprete. Garbasso ha letto tutto e vi dà

un'informazione precisa ed esauriente. Vi dice che il grande fisico di Como anche senza la pila avrebbe un posto eminente nella storia; che, pure non conoscendo la matematica, pensa matematicamente e ha chiarissima l'idea della capacità elettrica e quella del potenziale; che è uno sperimentatore ingegnoso e fecondo; che era pronto per la grande scoperta quando Galvani gliene diede l'occasione. Tutto vero e ben detto. Ed è verissimo che Volta era piú acuto di Galvani e che dei due fu il solo veramente geniale. Ma purtroppo questo punto, che è poi quello che conta, rimane senza prove ed è menomato dalle parole che seguono immediatamente. È geniale – spiega il Garbasso, – ma «di una genialità il Volta, che fa pensare alla definizione del Buffon, secondo la quale *le génie est une longue patience*. Co-

munque l'uomo si giudica dall'opera e l'opera dalla conseguenza».

È il criterio dello scienziato, opposto a quello dello storico. Allo scienziato importa ciò che in un'opera c'è di attuale, ciò che ancora è suscettibile di sviluppo. Trasportando la stessa mentalità nel passato, l'opera vien giudicata dalle conseguenze. Allo storico l'opera importa per la sua novità. Volta, come tutti i grandi, si può giudicare in un modo o nell'altro ma col criterio dell'attualità la sua originalità si smarrisce. Tutta la via gloriosa che egli percorse dalla prima adesione alla «stupenda scoperta» di Galvani, all'invenzione della pila, cessa di essere, com'è, uno dei più grandi capolavori del secolo decimottavo per diventare qualcosa di prolisso e di noioso.

Se si trattava di pazienza, come mai Galvani, che pure ebbe tra mano per il primo un vero e

proprio elemento voltaico e aveva senza dubbio anche lui una pazienza infinita e ingegno, si ostinò nella tesi dell'elettricità animale? Non si vede nemmeno perché nessuno dei fisici illustri che vivevano al tempo di Volta riuscì a mettersi in gara col grande italiano; né perché fisici amicissimi di Volta come Van Marum esitarono tanto ad accettare il principio del contatto. Il Garbasso del resto riconosce che una teoria soddisfacente della pila si è avuta solo da pochi anni. La ragione è semplice: il pensiero di Volta era tanto nuovo e originale che quella chiarezza che oggi sembra eccessiva fu allora necessaria e Volta seppe conseguirla perché era un ingegno sovrano.

Il giudizio su Volta non è un'eccezione fortuita: è un giudizio meditato che rispondeva a un convincimento saldissimo del Garbasso. Allo stesso criterio che abbiamo detto dell'attualità e abbia-

mo contrapposto a quello storico, si possono ricondurre, – lo faremo subito vedere, – alcuni apparenti paradossi. Si riferiscono alla sintesi dell'acqua, all'opera di Righi e di Sadi Carnot, all'abiura di Galileo.

Dopo aver notato che dall'eudiometro di Volta è nata quasi per intero la chimica dei gas, il Garbasso prosegue: «È interessante assai constatare come egli fosse andato vicinissimo alla sintesi dell'acqua, che appunto con l'eudiometro del Volta fu compiuta dal grande Lavoisier». Fin qui niente di strano. Volta vi si avvicina ma la sintesi, sia pure con l'apparecchio di Volta, è realizzata dal grande Lavoisier. Alla fine della conferenza la scena cambia. La sintesi è realizzata da Volta prima di Lavoisier. Il chimico francese non fa che ripetere un'esperienza già fatta. Direte che è una distrazione: non sono dello stesso parere. Dato il

punto di vista del Garbasso, che la verità è bell'e fatta e non resta che scoprirla, data la svalutazione del procedimento in favore del risultato, chi arriva vicinissimo al risultato e chi con lo stesso mezzo lo consegue sono tutt'e due in presenza della dea e se non si sta attenti si confondono.

Augusto Righi è «un fisico di grande abilità che ha lavorato assai bene in molti campi della fisica». Il Garbasso ne apprezza in particolare l'opera sull'ottica delle onde elettriche eseguita «con una disposizione veramente geniale dell'eccitatore e del risonatore», né manca di ricordare che Marconi s'iniziò alle onde nel laboratorio del Righi e adoperò l'oscillatore a tre scintille dello stesso Righi nelle prime esperienze di telegrafia senza filo. Eppure egli sente il bisogno di dire che Augusto Righi «sarebbe stato degno d'imbattersi in uno di quei casi fortunati che hanno fatto la fama

del Galvani, e, piú recentemente, del Röntgen». Con questo criterio una gran parte della storia della fisica perde ogni valore e Galvani stesso dovrebbe cedere il posto all'assistente che eseguì per primo la celebre esperienza della rana, come il Garbasso stesso ricorda.

Nell'articolo su Lord Kelwin dice il Garbasso che Sadi Carnot, «il figliuolo oscuro del grande Lazzaro Carnot», nelle sue *Réflexions sur la puissance motrice du feu*; «si era lasciato traviare dalle fallacie del ragionamento per analogia». Per la verità, lo scritto in cui si leggono queste parole è del '908 e si può credere che oggi il Garbasso modificherebbe la sua opinione. Giudicando dalle conseguenze, egli non dovrebbe trovare del tutto esagerato il giudizio di Lord Kelwin che nella storia della fisica non ci sia niente di piú grande dell'opera di Sadi Carnot. Oggi si può pensare

che il gran Carnot sia il giovine che creò, si può dire dal nulla, tutta la termodinamica. A ogni modo il giudizio di Garbasso perde, al solito, il suo carattere paradossale se ci mettiamo nel punto di vista dell'attualità. Nel suo momento storico la novità di Carnot è abbagliante; dopo un secolo di rielaborazione il suo pensiero, nella forma primitiva, non può non sembrare insufficiente. Vedremo d'altra parte che il Garbasso stesso, pur non rinnegando il suo realismo, seppe fare una buona difesa del punto di vista storico.

Galileo, – ragiona il Garbasso, – abiurò con cuore sincero e fede non finta. Il suo contegno non fu ispirato da debolezza ma da coerenza e probità scientifica. Davanti all'accusa di eresia e alla minaccia di scomunica, egli dev'essersi domandato se il sistema copernicano si potesse considerare dimostrato inoppugnabilmente e

dev'essersi risposto di no. Era convinto, per conto suo, ma non poteva convincere gli altri, mandandogli le due «prove sicure» del movimento della terra: quella dell'aberrazione della luce e quella del pendolo di Foucault. Garbasso vede benissimo che, per le scoperte stesse di Galileo, l'ipotesi copernicana «appariva sempre più probabile», ma risponde che «le prove di questo genere, se possono parere superflue ad un filosofo idealista, come Giordano Bruno, non sembrano sufficienti ad un uomo di scienza come Galileo Galilei».

Se ci sforziamo di guardarlo da storici, il problema galileiano si risolve senza difficoltà: e il Garbasso stesso ci può soccorrere. Nel suo discorso sui principî della meccanica tenuto a Siena nel 1913, dopo aver ricordato che Ipparco, secondo l'acuta osservazione di Adrasto, non aveva sa-

puto riconoscere quale dei due sistemi che secondo lui spiegano ugualmente bene il moto dei pianeti coincide con la natura delle cose e quale è d'accordo con le apparenze solo per accidente, perché gli mancava il «senso della fisica», il Garbasso continua: «Galileo cui non si può negare il senso della fisica era senza dubbio nell'ordine di idee di Adrasto di Afrodisia»: e appoggia la sua tesi citando il pensiero galileiano sugli astronomi filosofi che non si contentano di salvare in qualunque modo le apparenze ma cercano d'investigare la vera costituzione dell'universo. Appunto perché aveva il senso della fisica, Galileo non poteva considerare come ugualmente probabili l'ipotesi tolemaica e quella copernicana; anzi per lui chi non accettava l'ipotesi copernicana, divenuta oramai evidente, era un ritardatario, uno che non capisce per insufficienza mentale e morale.

Con l'abiura Galileo non s'impegnava soltanto a non insegnare il sistema copernicano ma a rinnegarlo, accettando il cielo incorruttibile di Aristotile e tutto il mondo che egli aveva distrutto. Rinunziava senza ragione alle sue idee e alle sue scoperte. È troppo inverosimile: l'unica spiegazione è che egli cedette alla violenza. I teologi commettevano un enorme abuso di potere, danneggiando gravemente la Chiesa. «Questo sarebbe, – aveva detto lui stesso proprio a proposito dei teologi che s'ingeriscono in questioni scientifiche che non hanno studiato, – come se un principe assoluto, conoscendo di poter liberamente comandare e farsi ubbidire, volesse, non essendo egli né medico né architetto, che si medicasse e fabbricasse a modo suo, con grave pericolo della vita de' miseri infermi e manifesta rovina degli edifizî». Ribellarsi era inutile e inopportuno; e da

buon fiorentino e da buon cattolico, firmò, senza viltà e senza abdicazioni, sicuro che il tempo gli avrebbe dato ragione in tutto.

Si deve escludere che sul giudizio del Garbasso abbiano avuto influenza delle preoccupazioni di carattere religioso. Per i teologi che condannarono Galileo, egli non ha riguardi; e ammette che il Papa abbia lasciato loro la mano libera perché offeso personalmente. Al tempo di Galileo sarebbe stato contro i teologi.

Garbasso giudica in quel modo l'abiura perché non sa trasferirsi nel tempo di Galileo abbandonando le idee odierne. Gli sfugge perfino che una delle due «prove sicure» del movimento della terra (l'esperienza di Foucault) non era stata data nemmeno nel 1757 quando i libri favorevoli alla mobilità della terra furono tolti dall'Indice. Eppure

egli dice che «allora si poté dire veramente che Galileo aveva vinto».

Per fortuna, l'atteggiamento che abbiamo cercato d'illustrare è il piú delle volte innocuo.

L'Autore mira a cogliere, senz'offesa alla storia, ciò che c'è di attuale nei grandi scienziati: e come abbiamo visto, ci riesce molto bene. Per questo motivo la raccolta che Jolanda De Blasi ha intitolato *Scienza e Poesia* (Firenze, Le Monnier) si può leggere utilmente, e spesso senza che la limitazione del punto di vista si avverta. Il vecchio articolo su Hertz, per fare un solo esempio, rimane sempre un piccolo capolavoro come quando fu scritto. È un rapido disegno ma è piú ricco e piú suggestivo di un bel quadro. Leggendolo, non si può non pensare che Ogetti ebbe buon fiuto quando invitò il Garbasso a collaborare al *Corriere della Sera*: dispiace che la collaborazione si

sia fermata al secondo articolo. Nel giornale Antonio Garbasso poteva esprimersi meglio che altrove. Egli non poteva rassegnarsi a fare lo specialista. Era un uomo socievole, politico, e aveva bisogno di dire cose vive a un pubblico vasto. Il laboratorio doveva dargli un senso di soffocamento. Quel suo sguardo freddo, quel suo sorrisetto tagliente celavano un'invincibile scontentezza.

Articoli, libri, discorsi, nonostante le riserve di carattere storico o filosofico che si possano fare, contengono sempre qualcosa d'interessante. L'Autore non oltrepassa i suoi limiti (salvo che negli scritti danteschi) e si fa apprezzare per le sue conoscenze scientifiche sicure, vaste, vive. Le quindici lezioni sulla luce sono degne di Augusto Righi. Anche il volume: *Fisica d'oggi, filosofia di domani*, che è il meno adatto al suo tempera-

mento, è ottimo dal lato scientifico e anticipa in qualche modo l'odierno concetto degli enti fisici come enti essenzialmente misurabili. Acuta e spiritosa è la definizione di Aristotile come maestro di coloro che «sanno qualitativamente».

Era cattolico, cattolicissimo (è sepolto alla Ver-na), non scolastico. In lui non è traccia delle preoccupazioni che qualche cattolico intelligente come il Gianfranceschi ha avuto davanti a certe affermazioni eterodosse della fisica contemporanea. Qualche volta sorge il dubbio che, quando egli parla di realismo, voglia unicamente salvare l'oggettività della scienza. È indifferente che l'oggetto sia il Dio di Santa Caterina da Siena o la natura di Galileo.

Era moderno più di quanto egli stesso non sospettasse: era giovane. Leggete nell'*Elettrotecnica* del 1929 le «Poche parole di un fisico agli

elettrotecnici italiani». Il Garbasso discute la tesi del Corbino che la fisica sia una scienza quasi del tutto esaurita, appellandosi alla storia, alla vita. Per un realista la tesi doveva sembrare evidente. Se la fisica è sistemata, vale a dire coincide con la realtà, non c'è da aspettarsi niente di nuovo. Garbasso si ribella. Dopo Galileo, – egli risponde, – la meccanica poteva sembrare sistemata e poi venne Newton. I contemporanei di Coulomb credevano che l'elettrologia fosse esaurita e Galvani aveva già cominciato a lavorare e subito dopo Volta creò la pila e la corrente. «Da quell'anno coltiviamo la pianta che nasce da quel seme. Ora, se anche la pianta fosse quasi completamente conosciuta, e non è; si dovrebbe sempre considerare arbitraria l'affermazione che nessuno troverà un seme di specie differente». Non dico che qui si superi decisamente il punto di

vista del Corbino ma il Garbasso interessa per la sua vitalità.

Non meno interessante è la difesa del punto di vista storico nell'insegnamento della fisica che egli fece nelle *Energie nuove* del 1919. In quell'articolo il Garbasso mette in luce gli svantaggi che presentano i libri in cui la fisica viene esposta dal punto di vista sistematico, riferendosi a un trattato che attua egregiamente le sue vedute: quello di Fabio Invrea. Presentando, – egli dice, – alla maniera di Hertz l'edificio senza le impalcature, si perde la prospettiva storica e non si ha idea di come la scienza si sia formata.

Così grandi scoperte senza le quali una teoria non sarebbe stata nemmeno possibile diventano dei corollari ovvi e quasi banali della teoria stessa. Forse il Garbasso aveva presente un trattato

tedesco di elettricità in cui il nome di Volta non figura.

Perché «scienza e poesia»? Il Garbasso negò più volte la differenza tra l'arte e la scienza ma non approfondì le sue idee. Si tratta quasi sempre di un altro aspetto della sua difesa della scienza. Da certe sue affermazioni parrebbe che egli vedesse nell'arte una forma rudimentale di scienza, una sua prima fase qualitativa. La scienza sarebbe qualcosa di più profondo, avendo in più l'elemento quantitativo. Altrove concede anche meno. «Lo scienziato, – egli dice, – si distingue dall'artista per ciò che, mentre l'uno e l'altro intuiscono il reale, il primo lo formula ma il secondo appena lo riproduce». La scienza sarebbe legge, l'arte soltanto copia.

Nel discorso inaugurale: «La scienza e la civiltà», letto nel 1908 all'Università di Genova, dice-

va che la scienza non muore ma cambia solamente di forma. «La sinfonia eroica è così alta come un canto di Omero, e talune costruzioni grandiose della meccanica e della fisica matematica, per la dovizia della fantasia e lo splendore veramente poetico del genio, sopravanzano forse le sinfonie di Beethoven». La scienza non è dunque scienza pura, non è soltanto filosofia naturale: è anche poesia. Può essere poesia più autentica, più alta. Certi principî di fisica ci danno un diletto estetico più elevato degl'infiniti uccelletti che «tubano e gemono e chioccolano e zirlano e fischiano e cantano nei versi di un nostro insigne poeta italiano». È un'uscita vivace che rivela temperamento artistico. E da artista sono, nel discorso sui principî della meccanica, le immagini della «gentile Siena, dove pregano ancora le Madonne di Duccio e di Sano» e dove, «memore di altri

tempi e di altri costumi, Guido Riccio cavalca nell'affresco di Simone Martini». Carducci gli avrebbe detto bravo.

La scienza era per Garbasso, ma piuttosto come desiderio insoddisfatto, ciò che per Gentile è la filosofia. Doveva avere in sé anche l'arte, anche la religione. Per questo egli partecipò come volontario alla guerra e nella guerra e nell'azione conseguì l'armonia a cui tendeva. Leggete l'ultimo scritto di *Scienza e poesia*: c'è tutto Garbasso. C'è il fisico, il didatta, l'uomo di fede; c'è l'uomo tenero che odiava il sentimentalismo per pudore; c'è l'artista. «Una mattina il tiro fu assai bene aggiustato: gli *shrapnels* arrivavano al ciglio del vallone, scoppiavano e proiettavano le pallottole giù pel declivio. Si era ai primi d'aprile e il declivio era coperto di ciliegi in fiore; ad ogni nuovo colpo migliaia di petali bianchi si staccavano dagli

alberi e scendevano silenziosi, come fiocchi di neve». Sembra Renato Serra nelle ultime lettere dal campo.

CORBINO*

Era nato ad Augusta il 30 aprile 1876. Non era dunque vecchio; ma giovanissimo poteva dirsi per l'esuberanza fisica e intellettuale e per i suoi entusiasmi.

Orso Mario Corbino occupa un posto di prim'ordine nella storia della fisica italiana della fine dell'Ottocento e dei primi del Novecento. Molti lo ritengono il miglior fisico di quel periodo dopo Righi, ed è senza dubbio uno dei tre o quattro migliori e il piú versatile. Aveva un temperamento impetuoso, vulcanico, ma non era avventato. In fondo alle sue audacie si deve riconoscere un incrollabile equilibrio.

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 29 gennaio 1937.

Come scienziato mi pare che ci sia poco da discutere: appartiene alla fisica classica.

Le sue piú belle esperienze sono quelle fatte col Macaluso nel 1898 e specialmente quelle del 1911, in cui mise in evidenza le correnti circolari che si producono in una lamina di bismuto percorsa da corrente radiale. Belle sono anche le esperienze termomagnetiche. Queste ricerche e quelle fatte in collaborazione col Trabacchi sul generatore per correnti continue senza contatti striscianti, quelle sul rocchetto d'induzione, quelle sui fili metallici incandescenti o sulle distorsioni di Volterra o sull'arco cantante o la distillazione a freddo della nitroglicerina, fino alle recentissime sul microfono elettrostatico, sono interessanti, originali ma non hanno nulla di eterodosso e di paradossale. Corbino odiava i lavori inutili, i titoli per concorso, ma vedeva con simpatia anche ri-

cerche per nulla rivoluzionarie, come lo studiare a fondo un argomento che fosse conosciuto solo nelle linee generali.

Parlò – è vero – nel settembre del '29 di ricerche esaurite, di nuove teorie in cui non c'è posto né per nuove forze né per fenomeni essenzialmente nuovi; e qui si poteva discutere e si discusse. Ma, nonostante le apparenze, nel pensiero di Corbino l'affermazione non aveva nulla di preciso, di definitivo, di filosofico, tant'è vero che egli continuò a interessarsi e a lavorare nelle direzioni proibite; e se seguì col più ardente entusiasmo le ricerche della Scuola di Roma sulla radioattività artificiale, non vi partecipò direttamente. Corbino esprimeva in forma vivace la sua fiducia nella fisica nucleare; parlava da fisico che vede una nuova via sicuramente aperta e non ha tempo di occuparsi fino a che punto valga la pe-

na di lavorare in altre direzioni. Nella fisica – è vero – non ci sono rami esauriti, non ci sono sistemazioni definitive; ma ci sono senza dubbio vie piú o meno promettenti, e nel '29 la piú promettente era proprio la fisica del nucleo atomico. Si deve aggiungere che, senza l'entusiasmo di Corbino per la nuova fisica, Fermi non avrebbe avuto la cattedra di fisica teorica cosí presto e forse non avrebbe fatto le esperienze sulla radioattività artificiale.

Del resto, gli entusiasmi di Corbino per la fisica nucleare, per quanto ardenti, non sono incondizionati. Nel suo discorso al Convegno di fisica nucleare (ottobre del '31) egli diceva che lo studio del nucleo mira al disegno ambizioso di ridare la giovinezza alla materia, mira a trasmutare gli elementi, liberando energie incomparabili con quelle che si sono finora adoperate. In questo

modo potrà sorgere un'età nuova. La meta è forse ancora lontana, ma aver posto il problema, avere indicato la via darà al nostro secolo la gloria piú grande.

Nel discorso del 3 giugno '34 alla seduta reale dei Lincei il Corbino notava con compiacimento che il disegno ambizioso si poteva dire concretato, perché le scoperte di Joliot e Irene Curie, così ampliate da Fermi, sono «appunto la manifestazione della giovinezza comunicata per urto nucleare alla vecchia materia stabilizzata». Senonché osservava subito che i limiti in cui il fenomeno si svolge sono troppo modesti perché ci possiamo considerare prossimi a una nuova era per l'umanità e concludeva con queste parole:

«Ma forse non invano la Provvidenza ha imposto tali limitazioni. L'uomo non appare ancora degno di avere in suo dominio sorgenti così formi-

dabili di potenza e di distruzione; il progresso scientifico gliene ha fornite già troppe, forse al di là di quanto era compatibile col progresso morale raggiunto. L'egoismo, l'orgoglio, lo spirito di sopraffazione turbano e dominano ancora soverchiamente i rapporti tra gli individui, fra le classi, fra le nazioni. Non si uccide più per tenere la destra o la sinistra su una strada, ma la scienza appresta gli ordigni da collocare in un pubblico ritrovo o sul vestibolo di un tempio augusto, per seminare la morte fra individui che non hanno compiuto alcun gesto di provocazione. Il secolo dell'elettricità, cioè della più grande conquista della scienza, ha visto la guerra più sanguinosa e distruttiva che la storia ricordi, e nella quale tutte le risorse del progresso scientifico furono sfruttate. E chiunque abbia senso di umanità non può pensare con indifferenza al carattere che assu-

merà la guerra futura, se non si riuscirà a evitare l'entrata in azione dei nuovi mezzi di sterminio che l'ulteriore progresso della scienza metterà a disposizione dei contendenti, togliendo alla guerra quel carattere eroico che può servire a esaltare le virtù fondamentali dell'uomo».

Non è certo del piú puro Novecento, che ne dite? Si potrebbe persino sostenere che la sua calda apologia per la nuova fisica fosse un gesto cavalleresco. Come fisico militante egli era e doveva sentirsi un fisico di prima della guerra. La nuova fisica doveva essere per lui la giovinezza, la vita che continua. Egli la doveva guardare come un padre guarda i figli, anzi come un nonno guarda i nipoti. Il suo amore è pieno di distacco e di nobiltà; e piú ammirevole ci appare il suo disinteresse se pensiamo che egli era tutto preso da comitati, presidenze, direzioni.

La verità piú profonda è che egli aveva un gran senso storico e la nuova fisica non poteva essere misconosciuta senza negare la realtà. Il suo sconcertante novecentismo era una delle conseguenze piú immediate del suo senso storico.

Nel '927, a proposito dell'opera di Volta che vedeva illuminata da un'intuizione geniale e dominante, osservava che s'impone ancora alla nostra riverente ammirazione; sentimenti analoghi aveva provato per Pacinotti, per Righi, per Marconi. La stessa affettuosa, anzi riverente ammirazione aveva non solo per Fermi, per Bohr, per Sommerfeld e per altri illustri, ma anche per i giovanissimi. Vedeva chiaro e riconosceva con gioia i meriti degli altri.

Era un maestro. Chi l'abbia sentito parlare una sola volta non potrà dimenticarlo. Tutto foga e lampeggiamenti, trascinava all'applauso. Ma era

– si badi – rigoroso, preciso. Egli sentiva e faceva sentire a tutti che la fisica è una scienza affascinante.

RICORDO DI AUGUSTO MURRI*

Fu razionalista, ateo, materialista? Fu un gran medico e una grande coscienza morale. Per lui la medicina, prima di esser ragione, era fede.

Alla vecchia distinzione fra medici pratici e medici scienziati non ci credeva. Era convinto che il medico sarà tanto piú abile quanto sarà piú vasta e piú seria la sua preparazione scientifica.

L'osservazione clinica è necessaria e di fondamentale importanza ma è molto difficile: pochissimi sono in grado di veder bene e interpretar bene i sintomi di una malattia. Occorre perciò avere un'idea delle varie malattie, occorre conoscere l'anatomia patologica; e poiché un'anomalia non è concepibile se non in relazione alla norma, bi-

* Pubblicato in «Pegaso» V (1933), p. 100 sgg.

sogna conoscere pure l'anatomia normale microscopica e macroscopica e la fisiologia. Una malattia è un fenomeno complesso che non si può conoscere bene se non si decompone nei suoi elementi. A questo provvede la patologia sperimentale, che crea artificialmente le malattie negli animali e le studia.

Il medico non dovrebbe ignorare nulla di queste scienze e di tutte quelle che possono avere relazione con l'uomo ammalato: tutte gli possono servire per evitare errori e per arrivare alla verità. Non è detto però che gli debbano senz'altro servire. Le vere difficoltà cominciano davanti al malato, perché allora si deve decidere se e in che misura le nozioni scientifiche sono applicabili. Purtroppo le scienze affini non possono fornire che argomenti di analogia e il medico non può confondere l'analogia con l'identità, l'indizio con

la prova. Per applicare all'uomo una nozione scientifica qualsiasi, occorre che tra la causa e l'effetto ci sia una relazione quasi immediata. Così è lecito ammettere che la perdita di calore di un malato dipenda dalle differenze di temperatura tra la sua pelle e l'ambiente, ma se dicessimo che, di due malati, quello che perde più calore è il più caldo non sempre avremmo ragione perché ci sono organismi con temperatura normale o inferiore alla normale che possono perdere più calore di uno che ha la febbre. La cosa si spiega pensando che nell'uomo intervengono fenomeni biologici che non hanno mai la semplicità dei fenomeni fisiologici.

Murri ha visto che nemmeno è lecito sempre passare dall'animale all'uomo. Così la distruzione di una certa zona della corteccia cerebrale nel cane o nel coniglio ne offende poco e transitoria-

mente la motilità mentre la stessa lesione produce sull'uomo un'emiplegia permanente. «Sarebbe difficile immaginare un esperimento, le cui condizioni fossero più semplificate; limitata l'offesa alla stessa parte, indifferente la qualità dell'offesa, purchè sopprima l'azione di questa parte. Già se al cucchiaino dello sperimentatore o del chirurgo, asportante una zona di corteccia cerebrale, sostituiamo dei colpi di martello sul cranio le differenze crescono: il porcellino d'India diventa epilettico, non gli altri animali. Quale di queste due analogie deve valere per la patologia umana? Nessuna delle due: che dei traumi al capo possano favorire l'epilessia umana non è dubbio, ma il caso è rarissimo mentre nel porcellino d'India è ovvio: nei casi rarissimi di epilessia umana da traumi è forza ammettere condizioni particolari preesistenti».

Quest'esempio e tanti altri analoghi servono inoltre al Murri per una critica al principio di causalità in cui egli precorre e oltrepassa la fisica odierna. Com'è naturale, in lui non c'è traccia del principio di Heisenberg ma egli arriva nel campo medico alla stessa negazione del principio di causalità, inteso alla maniera di Laplace, a cui è arrivato Heisenberg. Mentre Laplace credeva che se si potesse conoscere lo stato dell'universo in un certo momento tutti i fenomeni futuri sarebbero conosciuti, Murri dice: «lo non posso sapere quel che sarà: e se uno l'afferma, fosse anche Pawlow o Laplace, non ci crederei, perché l'avvenire è a tutti chiuso». Il cucchiaino e il martello hanno soltanto una parte nella genesi della malattia; l'altra parte, che è la preponderante, è messa dall'animale. Le martellate producono nei diversi animali una malattia così lieve che spesso

pare inesistente mentre nel porcellino d'India che è predisposto maggiormente all'epilessia la malattia assume sempre una certa gravità. Anche in individui della stessa specie una stessa causa può produrre effetti molto differenti. Nell'uomo, per esempio, il trauma del capo può produrre non solo l'epilessia ma la nevralgia l'isterismo e varie altre malattie; un incendio o un terremoto possono produrre il diabete, l'anestesia di tutta la pelle, l'insonnia, la paralisi. Questi fatti, – sostiene giustamente il Murri, – non possono spiegarsi se non ammettendo che l'azione esterna non è tutta la causa ma solo una parte e che nella causa si deve comprendere anche l'organismo. Il clinico non deve dunque accettare ciecamente ciò che lo sperimentatore ha osservato nell'animale. Si tratta sempre d'indizi che possono offrire delle probabilità ma non la certezza.

Né le malattie infettive costituiscono un'eccezione. Una cultura di microrganismi può essere l'occasione o l'origine ma non la causa di una malattia. «La malattia non sta tutta nell'agente penetrato nel corpo: sta anche nelle modificazioni organiche che il corpo ha subito. E poiché queste variano non solo secondo la specie dell'animale, ma anche secondo gli organi degli individui, ma perfino secondo la parte di un organo stesso, l'inferenza dallo sperimento alla clinica non è valida se non dopo aver verificato che le condizioni sperimentali sono uguali alle condizioni cliniche». Naturalmente, poiché l'esperienza ha dimostrato, per esempio, che la tubercolosi in alcuni animali si può trasmettere per contagio, è più che ragionevole, anche se non si sa altro, non solo consigliare ai bambini predisposti ciò che può agevolare lo sviluppo dell'organismo ma tutto ciò che

può far loro evitare il contagio. In altri termini, non bisogna essere pedanti: ci sono casi in cui le scienze ausiliarie forniscono al clinico delle certezze.

Date queste sue idee, si capisce che per Murri la diagnosi non si può ridurre a una semplice verifica di teorie. È un atto originale che richiede una grande cultura ma che non può essere dato dall'occhio medico, dall'istinto, dall'intuizione clinica, dalla divinazione: per Murri queste non sono che parole. Il suo razionalismo consiste appunto nella negazione di quelle parole: «Tutto sta nel sapere, nell'osservare, nel concludere: la divinazione non è, al più, se non una inferenza giusta da un'osservazione rapidissima ma esatta».

Quello che si dice per la diagnosi vale per la cura. Murri non ammette né una cura puramente empirica né una cura a priori. La cura è un espe-

rimento e quindi non va fatta alla cieca. Ci vuole un'idea ma non un'idea qualunque. Se si ammettesse con Hoffmann che certe malattie siano dovute a macchinazioni diaboliche, sarebbe logico ricorrere agli esorcismi; se l'idea è arbitraria o insufficiente, anche la cura avrà gli stessi difetti. E non è detto che se l'idea è buona debba essere ovvia la cura. Come tutti gli esperimenti, la cura richiede abilità sperimentale e senso critico: e può presentare delle sorprese. È che anche quando è dedotta logicamente dalla diagnosi è in generale un'ipotesi, preziosa come guida all'esperimento clinico, ma che non si può considerare dimostrata finché non abbia superato la prova sperimentale. Ci sono tuttavia dei casi in cui, – dice il Murri, – una cura puramente dedotta può considerarsi quasi certa. Così se durante una malattia la pressione arteriosa scende al di-

sotto di un certo valore, noi dobbiamo sempre intervenire. Ciò è indiscutibilmente provato dalla fisiologia, la quale «non c'insegna soltanto che un certo grado di pressione arteriosa è indispensabile perché la vita duri, ma ci dice anche i congegni, che servono a rialzarla: dal canto suo poi la farmacologia ci fa sapere quali mezzi valgono a mettere in azione questi congegni. Dato dunque che in un ammalato questi congegni non siano alterati nelle loro proprietà fisiologiche e che nulloameno la pressione arteriosa sia troppo bassa, noi siamo autorizzati a una terapia deduttiva perfettamente conforme alla ragione perché l'esperienza clinica ha già sanzionato la verità della conseguenza dedotta. Che la pressione non possa discendere troppo, che la forza, l'ampiezza, il numero delle sistoli cardiache, la condizione dei nervi vasomotori ecc., la determinino, che la digi-

tale modifichi le sistoli cardiache di un miocardio sano, che certi farmaci agiscano sul centro dei nervi vasomotori, son già leggi assodate mediante l'induzione».

Di queste idee chiare e profonde di Augusto Murri non è facile valutare l'importanza. Esse contengono una nuova attualissima teoria della medicina, anzi di tutta la scienza, che è assai più viva di quelle di Mach e di Poincaré, di Croce o di Gentile o di Bergson. Murri sente l'insufficienza delle nozioni generali ma non abbandona la scienza per un vago intuizionismo o attualismo, o per opporre concetti a pseudo-concetti. La medicina è scienza e tale deve rimanere, ma è scienza viva, scienza concreta, come dopo Einstein vogliono oramai tutti. Il fenomeno che essa deve conoscere è un fenomeno particolare. Mentre il fisico, almeno quello di ieri, per arrivare alla sua

legge scientifica semplifica a oltranza, immaginando corpi rigidi, gas perfetti, casi limiti, il medico comincia dove il fisico finisce. Egli non deve semplificare i fenomeni: li deve vedere come sono, con tutte le loro complicazioni. «La famosa mela, che, cadendo avrebbe dovuto, secondo la leggenda, suscitare l'idea della legge di gravità, parrebbe un fenomeno semplicissimo. Naturalmente la mela cade, perché obbedisce alla legge d'attrazione delle masse. Ma perché tutte le mele non cadono? Perché il picciolo le impedisce. E perché questo vale talora per un albero e non per un altro? Perché in uno la nutrizione sarà languida e nell'altro può essere rigogliosa. E d'onde tale differenza tra i due alberi? Perché uno è più giovane e l'altro tende a seccarsi, oppure uno ha goduto i benefizî della pioggia e l'altro ha sofferto i danni della siccità. Ma perché anche in due al-

beri ugualmente nutriti l'uno fa cadere prima dell'altro i propri frutti? Perché in uno il vento ne scosse più violentemente i rami e ne ha maggiormente indebolite le resistenze dei piccioli, cui erano raccomandati i frutti. E sia. Ma allora perché anche in uno stesso albero cadono le mele d'un ramo più tosto che quelle dell'altro? Perché la grandine o un parassita hanno intristito di più un ramo, che l'altro. Sta bene, dunque, che la mela cada in terra per la legge di gravità, ma quante circostanze conosciamo già e quante non ne conosciamo ancora, che per ogni mela che cade devono cooperare insieme con essa! Chiamate pure come volete queste circostanze, ma certo voi le ritrovate da per tutto».

Basta questa pagina per dimostrare che Augusto Murri non ha che vedere col razionalismo astratto. Qui Murri, senz'abbandonare il punto di

vista scientifico, supera definitivamente l'astrattismo, raggiungendo una ricchezza di determinazioni, una concretezza, una vita degne di un artista.

Come la mela non cadrebbe senza l'attrazione newtoniana così senza un certo virus non si prende una certa malattia; ma saputo che un organismo fu infetto dal virus, non si può senz'altro predire quello che ne seguirà. C'è chi guarisce senza cura e chi non guarisce nemmeno con le cure più tempestive e più logiche; c'è chi non si accorge nemmeno di esser malato e chi sarà infelice per tutta la vita. Si ha qui qualcosa di simile al fenomeno della mela che cade. «La maggiore differenza consiste nell'essere qui più ignoto, più oscuro, o più complicato, direi più sconfinato, l'intreccio delle cause».

Sembrerebbe facile cadere nello scetticismo ma Murri evita ogni pericolo perché la fede nella scienza è la ragione della sua vita. Egli si sforza continuamente di superare le facili, inutili generalità e ci riesce. Davanti al malato egli può sentire dolorosamente la sua responsabilità ma ha sempre la lucidità, il senso critico, la sicurezza che occorrono. Da questo punto di vista, il suo capolavoro sono le perizie medico-legali e alcune lezioni cliniche. Egli riesce a illuminare ogni lato del problema, ogni circostanza apparentemente poco significativa e si vale non solo della sua sterminata cultura ma anche di un'analisi psicologica da autentico scrittore.

Come non vedo l'astrattismo razionalista, non riesco nemmeno a vedere il materialismo. Murri non nega mai lo spirito (e come avrebbe potuto farlo lui che è sempre vibrante di spiritualità?):

egli afferma i «diritti del corpo». Quando parla di materialismo è a quei diritti del corpo che si riferisce e non a una veduta filosofica alla quale egli si mantiene sempre estraneo. Il materialismo di Murri ha sempre carattere scientifico: è un aspetto della sua scienza. Esso consiste essenzialmente nel sostenere, che non è lo spirito che invecchia ma il cervello, come i capelli e come la pelle. Materialisti sono dunque piuttosto gli avversari. Anche per Freud in sostanza egli è rispettosissimo e la sua polemica contro di lui non ha niente di negativo e rivela soprattutto, com'è stato detto felicemente, «l'eterno dissidio fra il nebuloso spirito romantico e il sobrio, chiaro, spirito latino».

Ciò che piú mi piace negli scritti di Augusto Murri è il tono. Anche sotto le sue pagine piú lucide e all'apparenza piú fredde, si sente un cuore

ardente. La sua medicina è sí scienza e non improvvisazione o estetismo ma è soprattutto volontà, carità, religione. Il medico ha l'obbligo di studiare per tutta la vita, di sapere tutto il possibile, di non trascurar nulla per essere utile consigliere di chi gli si affida. Egli non deve dimenticare che la sua opera può essere dannosa o addirittura immorale e non può sentirsi tranquillo se non quando può ripetere con San Paolo: «La nostra gloria è nella testimonianza della nostra coscienza». Murri provò più volte le torture dell'incertezza davanti a malati che avevano confidato la loro vita al suo «scarso sapere»; e qualche volta, trovandosi solo davanti a un malato grave in un casolare di campagna, avvertí «ogni pulsare del cuore come un'interrogazione severa della propria coscienza». Accingendosi a fare la terza lezione su una morta di mal di cuore, gli ve-

niva il dubbio che tre lezioni sopra un cadavere potessero essere ritenute un eccesso, e rispondeva: «Ma io e voi possiamo dire d'aver già meditato a bastanza sul nostro caso e mettere in pace la nostra coscienza? Perché la nostra malata è morta? Quando c'è un cadavere c'è sempre anche questa terribile domanda».

Murri non si abituò mai né alla morte né al dolore e sentí sempre il dolore degli altri come un dolore proprio intollerabile. Aveva vivo e delicatissimo il senso della fraternità con tutti coloro che soffrono. «Se mi chiama un malato che geme sotto il martirio di una colica addominale, io corro alla siringa di Pravaz anche se non ho capito nulla del male suo: mi sento anzi felice di aver potuto dargli sollievo fraterno e, non piú angosciato dallo spasimo suo, allora lo interrogo con piú coraggio, lo investigo con piú calma, e lo considero

con piú serena meditazione». La medicina gli piaceva specialmente per questa «santa facoltà di abolire il dolore, che pareva un tempo privilegio degli Dei». Nei medici che andavano a finire in luoghi remoti e alpestri, dove non si può nemmeno avere il conforto della gratitudine, «pianta delicata che non giunge a fioritura se non in animi gentili» e pare che perfino «l'orizzonte debba rimanere eternamente chiuso ad ogni raggio di luce intellettuale e morale», egli vedeva dei veri missionari: e lo prendeva subito l'entusiasmo.

È una grande coscienza morale e religiosa nel senso di Amendola: alludo a *La volontà e il bene* e ai saggi di *Etica e biografia* e in modo particolare a quello sulla logica della vita religiosa. Anche per Murri, il bene è la volontà stessa, è una lotta che non ha mai fine contro l'ignoranza, l'errore, l'abitudine, la morte. Fermarsi, desistere

sarebbe un tradimento. Ma perché si deve fare il bene? Augusto Murri non si pose mai questa domanda e forse non avrebbe potuto darle una risposta esauriente. Gli sarebbe occorsa, per questo, una filosofia che gli mancava. Egli si diceva agnostico, cioè né teista né ateo, perché non riusciva a comprendere né la materia eterna né un *quid* eterno che l'abbia creata dal nulla, ma la verità è che la sua fede incrollabile, che è il centro, la luce della sua personalità, non deriva da una filosofia e potrebbe sembrare a uno spirito religioso come qualcosa di trascendente, come un effetto della grazia, in quanto che rimane sempre per Murri razionalmente incoordinabile col resto della sua personalità. Murri agiva perché sospinto da un demone a cui era necessario e dolce ubbidire con dedizione assoluta.

Augusto Murri non era, come si disse, un seguace della dea Ragione. Egli non aveva le angustie e le intolleranze di certi illuministi. Accennò una volta alla verità, unica Dea, ma alludeva alla medicina, che era per lui la più sociale e la più umana di tutte le arti. Del suo agnosticismo egli non si vantò mai, anzi riconosceva che la fede in Dio è «una fortuna individuale, come la facoltà di volare nell'aquilotto di De Musset». Anche della vita futura ammise in un certo senso l'esigenza, in un momento in cui più lo tormentava l'infelicità della vita. In una lettera del 1922, dopo aver ricordato la sua grande amicizia per Monsignor Bonomelli, e per il canonico Sgarzi: «Il culto di un'opinione, – diceva, – anche se non è la mia, anche se mi sembra errata e dannosa, mi impone ossequio, mi ispira fervida simpatia se professata con animo ingenuo e profondamente devo-

to». Nella stessa lettera dopo aver ricordato Cristo che insegnò ad amare i proprii nemici e ardeva di zelo per illuminare le plebi, concludeva: «L'amore degli uomini diventa sublime solo quando perviene ad accendere una fiamma irresistibile di opere altruistiche. Ecco il mio cristianesimo». Monsignor Bonomelli disse che la figura morale del Murri si può paragonare solamente a quella di Marco Aurelio ma riconobbe che partendo da punti opposti lui e Murri arrivavano alla medesima meta.

Per conoscere Murri, bisogna leggere le lettere al figlio pubblicate da Dante Manetti. Si vedrà com'era gentile, tenero il suo cuore, com'era elevato il suo idealismo, com'egli fosse incapace di bassezza e di egoismo e come sapesse comprendere e perdonare. Avvenuta la tragedia, Murri rimane atterrito e si chiude in silenzio. Il lin-

guaggio umano in tutte le sue forme, – egli pensa, – vale per le condizioni comuni, ma per certe condizioni straordinarie non serve. Egli non può capire. Ha sempre detto che l'avvenire è impene-
trabile ma anche se si fosse messo a farneticare sulle sorti future del figlio e avesse pensato alle cose piú inverosimili, mai avrebbe potuto pensare che il suo Nino sarebbe finito nel reclusorio di Oneglia. Il pensiero del figlio l'ossessiona. Egli non fa che pensare a lui e ridirgli la sua infelicità. Piú il tempo passa, piú si fa dolorosa la lontananza; piú infuriano gli odii contro il recluso, piú Murri si sente padre. Pur sapendo che non può vederlo, va ad Oneglia per essergli piú vicino. Per il figlio la visita è come non avvenuta. «Eppure ho preferito venir qui: ho veduto le alte mura, dentro cui tu vivi, e non altro. La nostra sorte pare il fato! Nessuno ti può far nulla, nessuno mi può far nul-

la. La fratellanza umana pare una parola caduta sulla terra da qualche pianeta vicino». La lettera finisce con le parole: «T'abbraccio io per tutta l'umanità». In un'altra lettera gli scrive che è tutto smarrito e lo lascia con un abbraccio che non avrà mai fine. «Quando penserai a me, pensami colle braccia intorno al tuo collo e colla bocca piena di baci».

La viltà dei falsi galantuomini e dei falsi amici lo rattrista piú che non lo indigni. Non sanno quel che fanno. Egli li perdona cristianamente e si sente piú vicino al figlio. L'abisso che lo separa dal genere umano può essere superato dai pensieri d'amore. «Non ci son catene, né giudizi, né sentenze, né celle per le anime e per la coscienza».

Leggendo il Vangelo di San Matteo, trova giusta la sentenza del castigo e del perdono, per

quanto da per tutto rimanga ancora in vigore il dente per dente. Il pensiero che si deve perdonare se si vuole essere perdonati «diventerà la formula razionale che una pena è legittima solo quando è reclamata dalla salute pubblica». Murri sente che si deve perdonare a tutti, anche a quelli che si compiacciono di affliggere gli afflitti. Questi non meritano disprezzo: «meritano la piú commossa delle commozioni» perché mancano del «piú nobile requisito della nostra specie, l'amore, la pietà, il sentimento della fraternità».

In un'altra lettera dice che, a rovescio dell'Ecclesiaste, «l'unico bene dell'universo è questa miseria che perseguita tutti i nati e li porta tutti ugualmente alla morte». È in questa lettera che ammette la colpa del figlio, «per violenza di passione e cecità di mente». Egli non sa con precisione in che misura il figlio è colpevole, non

avendo mai voluto conoscere nulla dei fatti riferentisi al processo. Ma se il figlio ha fatto del male, ne hanno fatto anche e ne faranno molti o tutti. Anche i santi hanno pianto sui proprii peccati. L'importante è che il figlio non è piú cieco ed è pentito e che ha la facoltà di fare il bene e molto bene e ha la suprema felicità di cercare solo in se stesso «l'indulgenza ai proprii falli e la compiacenza delle buone azioni».

Dal tono morale, Murri non passa mai al moralismo. La nota dominante è il dolore per la sorte del figlio che non dimentica mai. Un giorno gli scrive che non si sa rassegnare, che è stato e sarà sempre pazzo. «Io anzi temo di diventare sempre piú pazzo invecchiando. Lungo il viaggio, l'ozio mi faceva riandare sui morti. Pensavo a mia madre, che giovine, era sí buona e intelligente e generosa: negli ultimi anni non la riconosce-

vo piú! Era diventata cupa, meno sincera, meno affettuosa. Cosí Riccardo. Me lo ricordo giovine e mi pare di non ingannarmi dicendo che pochi han sortito una indole cosí benevola, cosí amorosa, cosí idealista. Invece negli ultimi anni era pur buono, ma incurante, collerico, non sempre ragionevole. Io pure temo questa metamorfosi dell'età». Poi improvvisamente cambia tono perché si ricorda che il figlio è stato a Trieste da dove scrive. «Qui io penso che tu ci sei stato e mi pare che anche ciò ch'è muto mi parli di te. Godo sapendo che ti alimenti di ricordi biblici e platonici».

Diffusasi la notizia che il figlio impazziva: «Tu sei per me, – gli scrive, – piú di me stesso: non t'ho amato mai come ora, povero Nino, mai. E se tu cedessi alla forza delle avversità tutto il nostro edificio di famiglia si sfascerebbe con te... Se tu

sparisci, che sarebbe di noi? Tu soffri, moltissimo soffri, è vero. Ma sinché vivi noi pensiamo che verrà il giorno della tua risurrezione».

La fiducia nel figlio, nella sua redenzione, nella sua moralità non lo abbandonano mai, ma qualche volta si scoraggia. «Non par neppure credibile che gli uomini abbiano immaginato per i propri simili dei tormenti come questo di strappare il figlio dalla madre e dal padre». «Oh! le parole, sieno maledette anch'esse. Perché la natura non ci ha lasciato l'ululato per piangere? Stupidi tutti i privilegi dell'uomo, anche questo d'aver sorrisi o lacrime».

Quest'ululato non si dimentica. C'è in esso tutto Murri: la sua insofferenza, la sua inconsolabilità per i mali degli uomini.

Era uno spirito fine, sensitivo, fragile. Sembrò razionalista perché, per amore dell'umanità, sep-

pe, con una lotta di tutta la vita, superare se stesso. Senza la tragedia familiare forse non avremmo capito la sua vera grandezza. Pochi meritano come lui la nostra commossa gratitudine.

L'ITALIA E LA SCIENZA*

Con felice idea, Gino Bargagli Petrucci ha pubblicato da Le Monnier i discorsi che alcuni dei nostri migliori scienziati tennero nel 1929, all'Esposizione di storia della scienza. Sono studi seri e di gradita lettura, che nonostante qualche lacuna e qualche veduta unilaterale, dànno un'idea abbastanza viva della «grandiosità dell'opera compiuta, in ogni campo e in ogni tempo, dagli Italiani sulle discipline scientifiche» e costituiscono in ogni modo «uno dei migliori e piú duraturi ricordi» della Mostra Fiorentina.

Aprè la raccolta la conferenza di Giorgio Abetti sul contributo dell'Italia all'astronomia e all'astrofi-

* Pubblicato ne «L'Italia letteraria», 11 settembre 1932.

sica, nella quale l'Abetti, molto opportunamente, si ferma sui pochissimi uomini di prim'ordine e in particolare su Galileo. Egli sa mettere bene in luce la grande originalità di Galileo, che comincia ad abbattere il dogma aristotelico della incorruttibilità dei cieli anche prima di scoprire le macchie solari e che, volto al cielo il cannocchiale, scopre in breve tempo «piú verità astronomiche che non fossero state trovate nel corso di trenta secoli» e ne comprende il valore. Così, fatta la grande scoperta dei satelliti di Giove, Galileo vede subito che «la terra intorno alla quale, per consenso di Tolemaici e di Copernicani, girava la Luna, non era dunque piú un centro unico di movimento intorno al quale si aggirassero tutti i corpi celesti: Giove, mobile esso pure, sia intorno al sole, sia intorno alla terra, aveva anch'esso quattro Lune: la terra non era dunque piú centro dell'universo e

il sistema astronomico sul quale avevano giurato fede inconcussa tante generazioni di filosofi era crollato per sempre». L'Abetti sottolinea pure la «sicura conseguenza» che Galileo deduce dalla scoperta delle fasi di Venere, «vale a dire che tutti i pianeti sono per loro natura tenebrosi e ricevono il lume dal Sole, e che intorno ad esso si aggirano, confermando così pienamente la teoria copernicana circa il vero sistema del mondo». Analogamente, a proposito degli scritti sulle macchie solari, l'Abetti non manca di notare che sono particolarmente importanti, oltre che per l'altissimo valore scientifico, perché in essi Galileo sostenne per la prima volta a viso aperto la verità della dottrina copernicana.

Risulta da queste documentazioni (ed è strano che non tutti se ne accorgono ancora) che l'idea copernicana non è per Galileo un'opinione da «fi-

losofi *in libris*» ma una verità «sensatamente provata».

Su Galileo ritorna, com'è naturale, Antonio Garbasso nella sua vivace e dotta conferenza sul contributo degl'italiani alla fisica. Galileo arriva non a priori ma per mezzo dell'osservazione e dell'esperienza alla conclusione che «la natura sia un libro e che siano caratteri di tal libro triangoli, quadrati, cerchi, sfere, coni, piramidi ed altre figure matematiche attissime per tale lettura». Egli dunque introduce, in modo sistematico, la matematica nello studio dei problemi naturali, come mezzo per formulare i risultati ottenuti e per prevederne di nuovi, dimostrandosi così per questa parte «anche dal punto di vista della teoria della conoscenza, infinitamente superiore a Francesco Bacone, il quale nel *Novum Organum* sconsigliava l'uso delle matematiche agli scopi

della ricerca scientifica». La matematica che si conosceva ai tempi di Galileo era inadeguata alla nuova realtà che si andava scoprendo (Galileo stesso dovette fare una nuova integrazione per formulare la legge dello spazio percorso dai gravi in caduta libera) cosicché bisogna segnare all'attivo di Galileo, oltre l'altissimo merito di avere applicato la matematica ai problemi naturali, «anche gran parte dei mirabili sviluppi che l'analisi ha avuto dal seicento ai giorni nostri».

Un altro grandissimo merito di Galileo consiste nell'impiego dell'esperienza. «Quando Galileo, per studiare il moto dei gravi abbandonati all'azione della gravità, sostituisce, con un lampo di genio, alla caduta libera la caduta lungo un piano inclinato, Egli apre realmente una strada che non ha precedenti, nemmeno in Archimede siracusano».

Dopo una rapidissima analisi delle principali scoperte di Galileo, la cui opera, «anche sfrondata di ciò che a tre secoli di distanza può apparire caduco, rappresenta sempre uno dei maggiori titoli di gloria per la nostra nazione», il Garbasso si ferma sull'abiura, sostenendo che il dramma di Galileo è meno romantico ma più doloroso di come è sembrato finora: «è il dramma di un uomo di genio convinto della verità delle sue intuizioni ma che non possiede ancora le prove necessarie per persuadere altrui». Qui il Garbasso accenna alle idee di Galileo sui rapporti fra la scienza e la fede, su cui ritorneremo a proposito del discorso del P. Gemelli, sostenendo che il 22 giugno 1633 Galileo doveva chiedersi davanti al Sant'Uffizio se il sistema copernicano si potesse dimostrare rigorosamente e che doveva rispondere di no perché in favore del moto della terra vi erano solo

delle ragioni probabili. L'ipotesi copernicana salvava i fenomeni assai meglio e piú comodamente di quella tolemaica ma non aveva ancora l'evidenza che le fu data dal Bradley e dal Foucault. «Obbiettivo e coerente, Galileo *doveva* inchinarsi allora all'*autorità delle sacre lettere* e si inchina «con cuore sincero e fede non finta». Chi non ha subito la deformazione idealistica comprende e tace».

La tesi è brillante ma non mi pare che resista a una critica attenta. Il Garbasso non dà il necessario valore al fatto che Galileo arrivò al sistema copernicano attraverso le sue scoperte che distrussero per sempre l'aristotelismo medievale, mentre il Sant'Uffizio chiuse gli occhi per non vedere. Galileo non poteva non essere convinto della sua infinita superiorità sugli avversari, che egli rappresentò mirabilmente in Simplicio; ed è

certo che mai ebbe dubbi, né prima né dopo la condanna. Si deve aggiungere che il Sant'Uffizio non sostenne che la teoria copernicana era non dimostrata e tanto meno che essa fosse più probabile della tolemaica: sostenne e fece dire a Galileo che la dottrina copernicana era erronea e formalmente eretica. L'abiura è dunque incompatibile anche con la tesi del Garbasso. La verità è che, con l'abiura, Galileo diede alla Chiesa la più grande prova di fede che si sia mai data. Egli sapeva benissimo che il Sant'Uffizio, costringendolo all'abiura, comprometteva gravemente la Chiesa ma non poteva non vedere che, atteggiandosi a Giordano Bruno, l'avrebbe compromessa senza rimedio. Dal punto di vista cattolico è un martire. Sacrificò alla Chiesa non la vita ma qualcosa di più importante: la gloria scientifica. E se si pensa che, come vedremo tra poco, Galileo

aveva anche offerto alla Chiesa l'unica via d'uscita, non si capisce perché i cattolici non abbiano ancora per questo loro eroe la sconfinata ammirazione che merita. È superfluo avvertire che con queste parole non intendiamo alludere all'illustre fisico dell'Università di Firenze. Il Garbasso nega esplicitamente che l'abiura sia la prova di una debolezza senile e ritiene, come s'è detto, che si tratta di un dramma scientifico. È invece, secondo noi, il dramma del credente che vede la sua Chiesa negare la verità.

Il Garbasso passa poi ad illustrare brevemente, con la competenza che tutti gli riconoscono, l'opera dei discepoli di Galileo, quella dell'Accademia del Cimento e quella si può dire di tutti i fisici di valore che ha avuto l'Italia fino al Righi escluso.

Buona l'idea di riassumere i risultati principali ottenuti dagli Accademici del Cimento (determinarono la velocità del suono, trovarono che molti corpi si elettrizzano oltre l'ambra e che la fiamma scarica i corpi elettrizzati, anticiparono l'esperienza del pendolo di Foucault): ottimi i vari giudizi, specialmente quelli su Volta, che con «*elementi tutti suoi*, dal primo all'ultimo, costruì la pila nelle due forme a *colonna* e a *corona di tazze*, e la pila impiegò a produrre la corrente elettrica»; ottimo il bilancio: «con Galileo abbiamo fondato la meccanica e l'astrofisica, col Torricelli la fisica terrestre, con gli Accademici del Cimento la fisica sperimentale. Con Alessandro Volta abbiamo aperto degnamente il secolo dell'elettricità. L'elettrotecnica è, nelle sue grandi linee, opera nostra. La nuova teoria atomica ha il suggello italiano, e lo studio delle radiazioni non visibili fu iniziato da

noi. Inoltre, ed è caratteristico per un popolo che ha fama di essere costituito da intuitivi e da artisti, quasi tutti gli strumenti principali di misura: termometro, barometro, igrometro, densimetro, galvanometro sono anche essi italiani. Finalmente abbiamo dato al mondo il cannocchiale e il microscopio».

Concluderemo, oggi, col discorso di P. Agostino Gemelli sui rapporti di scienza e filosofia nella storia del pensiero italiano. Che discorso malinconico! La verità è tutta, o quasi tutta, in San Tommaso d'Aquino; dopo, in Italia e fuori, non c'è che decadenza. È vero che c'è la neoscolastica ma essa non può risolvere per il momento il problema dei rapporti tra la scienza e la filosofia: lo risolverà in seguito.

Galileo non era filosofo, com'è provato dalle sue vedute sui rapporti tra scienza e fede. «Pre-

tendere che l'una cosa sia radicalmente indipendente dall'altra, l'una depositata nella Sacra Scrittura ispirata da Dio, l'altra elaborata dalla mente umana, è ignorare l'unità dello spirito e quindi le conseguenze che qualsiasi studio serio porta nella visione dell'universo e nella prassi della vita.

Galileo per primo, che dalla scoperta dei pianeti medicei passò alla difesa del sistema copernicano e quindi ad un ordinamento cosmico che disorientava per la sua novità le menti e le coscienze, imparò a proprie spese quanto fosse ingenua la sua concezione».

Quest'interpretazione della tragedia galileiana addolora e stupisce; la critica è inconsistente. Galileo aveva confermato col telescopio (son parole di Gemelli) la scoperta di Copernico e non poteva perciò, come un Simplicio qualunque, non ammetterla; nè poteva, essendo incrollabilmente

cattolico, uscire dalla Chiesa. Non c'era dunque altra soluzione che quella che lui sostenne (e fu poi sostenuta contro i «concordisti» da Stoppani e fu anche accettata implicitamente dal Sant'Uffizio che tolse dall'Indice il Dialogo dei massimi sistemi): cioè l'idea che la Bibbia non può essere e non è un testo di scienza. L'unità dello spirito (almeno nel senso di P. Gemelli) non c'entra, anzi è proprio perché la verità è una che Galileo negò ogni valore scientifico alle affermazioni della Bibbia che erano smentite dal cannocchiale.

UN'ANTOLOGIA DI PROSA SCIENTIFICA*

Se Enrico Falqui non dovesse fare la rassegna della stampa per l'*Italia letteraria*, probabilmente la farebbe per conto suo. Falqui legge molto e legge da buongustaio piú che da critico. Quando un'immagine, un ragionamento, un aneddoto, una favola lo colpiscono, egli li segna col lapis rosso e, nei momenti d'ozio, se li rilegge con molto gusto. Per gli scrittori del seicento, ha poi evidentemente una predilezione particolare, tanto che qualche volta li imita un po' quando scrive; e li vorrebbe presi a modello oggi perché, secondo

* Recensione ad Enrico Falqui, *Antologia della prosa scientifica italiana del '600* (prima edizione, Roma-Milano, «Augustea», 1930), pubblicata in «Solaria», gennaio 1931, p. 54 sgg.

lui, molti dei nostri scrittori «si arrabattano per impoverire e render scialbo monotono sordo il loro stile al fine di assoggettarlo a non si sa quali impellenti necessità “romanzesche”». Falqui aggiunge giustamente che il seicento non si deve riconoscere unicamente nel barocchismo smorfioso del Marino; «tanto meno se ne esaurisce il carattere nel terzetto di don Abbondio, don Rodrigo e don Ferrante». Egli nega che sia un secolo di aridità creativa il secolo di Galileo e conclude: «Altro che decadenza. Piuttosto età di lotta tra l'uomo e Dio, tra il cielo e la terra; e dall'approssimativo comporsi in armonia delle due forze è derivata una gloria alla quale ancor oggi guardiamo». (Benissimo).

La «ragione del libro» è espressa con queste parole che non riassumiamo per dare un'idea dello stile e quindi dei gusti letterari dell'autore:

«L'intento, d'altronde palese sol che uno voglia prendersi la briga di sfogliar l'indice e leggere i dilettoni titoli apposti d'arbitrio ai brani scelti, fu quello di presentare nella veste disusata d'uomini di lettere, autori che per l'addietro furono tenuti in conto unicamente di scienziati, anche se pieni di naturale umanità. E siccome sotto il primo aspetto non mancarono di riscuotere vasta eco d'applausi, oggi per fortuna si trovano a non aver più bisogno d'essere illustrati da chicchessia. Immaginarsi poi da uno che nientissimo intende d'ogni scienza, dico né anco i primi elementi, le prime definizioni, i primi termini».

Diciamo subito che queste dichiarazioni non vanno, per fortuna, prese alla lettera. Con la sua intelligenza, con tante letture di libri di scienza, e di antologie scientifiche, Falqui non poteva darci e non ci ha dato una raccolta di fiori letterari presi

dai libri degli scienziati del seicento con assoluta indifferenza nei riguardi del loro valore scientifico. Se così avesse fatto, egli avrebbe confermato che il seicento è il secolo del secentismo e in ogni caso non ci avrebbe dato un'antologia della prosa scientifica, ma un'antologia letteraria.

È vero che questo pericolo non ha saputo evitarlo del tutto: qualche volta la letteratura gli ha preso la mano. Lui stesso in fondo riconosce che le pagine del Carletti, del Gemelli-Careri e del Negri solo per ragioni letterarie sono state scelte. Così, anche senza essere sofisticati, si può benissimo osservare che cinquantasei pagine date a Daniello Bartoli sono troppe: e io confesso che anche cinque o sei pagine dell'«elegantissimo» a me, in un'antologia scientifica, sembrerebbero troppe, appunto perché il Bartoli non è uno scienziato ma un volgarizzatore di second'ordine. Pes-

sima letteratura è anche, per esempio, la cicalata sull'acqua di Lorenzo Bellini: «In primo luogo è anch'essa l'acqua un strumento da taglio, e taglia, ma nel suo tagliare nulla s'agita, nulla si muove, e pare perciò che nulla forza faccia nel tagliar che ella fa. Ma con tutto questo suo nulla muoversi, e nulla agitarsi, e parer perciò nulla forza fare mentr'ella taglia, scompone l'acqua e disfà tutte le cose del mondo indifferentemente, tanto quelle che sono molto e moltissimo resistenti all'esser divise nelle loro parti, quanto quelle che resistono poco e pochissimo» ecc. ecc. Credi pure, caro Falqui, quest'ideuzza, nel linguaggio scientifico moderno, che tu, guardandolo dal punto di vista astrattamente letterario, chiami «gergo internazionale rassomigliante appena all'esperanto», si poteva esprimere assai meglio. Tu non accetti (e sai quanto io ti dia ragione) il

vieto pregiudizio secondo il quale lo scienziato sarebbe «freddo, logico, astuto, calcolatore impassibile» e sostieni molto felicemente che «si dovrebbe ben considerare come in ogni indagatore dell'Universo palpiti commossa l'idea dell'infinito»; ma nelle cicalate sbadiglia apatica l'idea del finito e quindi esse, se tu hai detto bene, non sono scienza. Con tuo comodo poi, mi dovrai fare il piacere di dirmi come mai hai attribuito ad Alessandro Tassoni lo scritto: *Se il calore sia sostanza o accidente*, che è (tutto almeno lo fa credere) del Don Ferrante manzoniano.

Fatte queste riserve, che vorrebbero soprattutto impedire che l'amico Falqui attuasce, in una nuova edizione della sua antologia, la minaccia di aumentare il numero delle pagine troppo (o niente) letterarie, dobbiamo dire che molte sono le pagine scientificamente importanti che Falqui ha

saputo raccogliere. Vediamo con piacere nell'antologia – e ben presentati – i nomi di Gian Alfonso Borelli, Gian Domenico Cassini, Benedetto Castelli, Bonaventura Cavalieri, Evangelista Torricelli, Vincenzo Viviani. Molto opportuna è stata la scelta della relazione di Carlo Roberto Dati sulla esperienza di Torricelli: la «famosissima esperienza dell'argento vivo». A Lorenzo Magalotti avrei dato meno posto. Le sue benemeritenze come segretario dell'Accademia del Cimento sono grandi, ma i suoi meriti scientifici sono assai minori di quanto si crede; e anche sul suo valore letterario non tutti saranno d'accordo con l'Accademia della Crusca. Molto felicemente e con l'ampiezza che meritavano, sono stati scelti Francesco Redi e Galileo, i quali sono (ed era necessario) i due protagonisti del volume. Mi piace in modo particolare la scelta galileiana. Il

grand'uomo ci si presenta nella sua meravigliosa complessità: come fisico e come astronomo, come scienziato e come credente. Qui sí che non c'è piú secentismo, ma un nuovo mondo. Aggiungerò che chi legga le pagine galileiane scelte da Falqui sulla questione copernicana, dovrà convenire che, anche dal lato teologico, la posizione di Galileo è fortissima. Ha detto qualche filosofo che Galileo era meno logico dei teologi che ne vollero la condanna: è un errore. Galileo aveva, con le sue scoperte e coi suoi ragionamenti, demolito l'aristotelismo medievale e non poteva rinnegare sé stesso. D'altra parte, egli non aveva ancora conquistato un punto di vista filosofico che gli consentisse di rinunciare all'autorità anche nel campo strettamente teologico e perciò l'unica soluzione che conciliasse (sia pure provvisoriamente) la scienza e la fede era la sua, tant'è vero che

in sostanza la Chiesa cattolica ha finito con l'accettarla integralmente. Se alcuni si accaniscono ancora contro il grandissimo scienziato e fanno l'apologia di coloro che non riuscirono a capirlo, non c'è da meravigliarsene troppo: è pure necessario che Galileo espia il suo privilegio.

Tutte le pagine galileiane che Enrico Falqui ci ha fatto rileggere, anche le più profonde, come quella, così ricca di avvenire, sul principio di relatività (e così anche quelle degli altri autori), sono di facile lettura, tanto da non richiedere quasi nessuna preparazione specifica: è una lieta conseguenza della sensibilità letteraria di Falqui.

Qualcuno si rammaricherà che, per questa ragione, di alcuni grandi scienziati (per esempio, del Torricelli) non siano date le pagine migliori; ma noi crediamo che un libro per il pubblico debba soprattutto farsi leggere e perciò ci auguriamo

che, nella prossima edizione dell'antologia, Fal-
qui continui a darci pagine facilmente intelligibili
ma rigorosamente scientifiche.

UN NUOVO ORIENTAMENTO DELLE SCIENZE FISICHE?*

Il recente volume di Roberto Pavese: *Per un nuovo orientamento delle scienze fisiche* è stato oggetto di lodi ditirambiche e di *ohibò!* disdegno, ma nessuno, se non m'inganno, è riuscito a penetrare nel pensiero del Pavese.

Scorso il libro, io son rimasto perplesso. È uno di quei libri che si prestano mirabilmente alla stroncatura e alla parodia. Basta aprirlo a caso e leggere. «*La necessaria inerenza nel campo individuale degli elementi via via derivati dal processo*

* Pubblicato ne «L'Italia letteraria», 16 marzo 1930, p. 6; vedi risposta di Roberto Pavese, *ibid.*, 4 maggio 1930, p. 2, e nuova replica di Timpanaro, *ibid.*, 25 maggio 1930, p. 2.

di sdoppiamento dell'atomo (come nucleo individuo) deriva dal fatto che la carica positiva del nucleo centrale cresce secondo la serie dei quadrati di 2: il che significa che l'estensione potenziale del centro cresce colla stessa legge e nella stessa proporzione dell'estensione attuale del campo (come corrente macrorbitale costituita di un dato numero di elementi atomici di ordine corrispondente). È chiaro pertanto che il nuovo elemento negativo che va ad accrescere l'estensione del campo, viene a saturare l'incremento di carica positiva realizzato dal nucleo individuo e perciò a formar parte del campo stesso come negatività opposta alla positività del nucleo. Così l'organismo individuo come campo (complesso di correnti macrorbitali) si sviluppa parallelamente alla carica centrale (cui è contrapposta a formare l'unità del sistema) fino a quel limite che è il Co-

smo, come sistema assoluto. È così confermato dal punto di vista dinamico il principio, esposto nella prima parte del volume, per cui il processo estensivo del sistema individuo è un processo di integrazione (dei valori estensivi dipendenti)».

Chi ne capisce niente? Lo stesso Pavese, fra qualche anno, si troverà imbarazzato a riconoscersi in certe parole e in certe formole delle quali si è adesso inebbriato.

Ma se stroncare e prendere in giro è facile, capire non è ugualmente facile, ed io non me la sentivo di respingere uno che è evidentemente sincero quando dice che «per la santa battaglia, egli è disposto a tutto dare: e tempo e denaro e salute e la vita stessa». Scrissi perciò all'Autore, facendogli delle domande sui punti che a me sembravano più oscuri o più discutibili, ed egli rispose ampiamente. In quest'articolo mi varrò, ol-

tre che del libro, delle lunghissime lettere che egli mi scrisse e per le quali lo ringrazio.

Roberto Pavese riconosce per primo che il suo volume non può riuscire accessibile a chi non conosca il sistema di logica che egli ha pensato, almeno nelle sue linee essenziali, ma che ancora è inedito. La Logica doveva essere pubblicata prima e solo per ragioni contingenti non è ancora uscita. Così almeno crede l'Autore, che è soprattutto un uomo di buona fede.

La verità è che Roberto Pavese è un cervello in ebollizione. Quando comincia a parlare, le idee gli fioriscono inesauribili una dietro l'altra o prima o accanto o contro l'altra; a un teorema segue un corollario, al corollario un codicillo, una nota, una parentesi, un rinvio; tra le pause un sospiro di soddisfazione: com'è dolce nuotare in quest'oceano!

Secondo il Pavese, occorre sostituire una concezione «centrale» a quella «periferica» del reale, caratteristica della scienza d'oggi. La chiave di questa centralità sarà da lui data nel sistema di logica, ma fin da ora si può affermare che «la fecondità che questo criterio centrale ed essenzialmente unitario può rappresentare per la scienza è solo paragonabile – e ne ha l'identico meccanismo logico – alla fecondità che la politica del Duce mostra di avere in confronto delle altre forme, più o meno periferiche e contingenti, di politica. Per questa via profondamente idealista – ma di un idealismo veramente creatore, e non impotente come “l'idealismo attuale” rinchiuso nel nebuloso olimpo di pochi schemi altrettanto poveri e sterili quanto belli a vedersi – solo per questa via schiettamente “fascista”, perché emana da quel principio assolutamente centrale che può assu-

mere, a seconda dei livelli spirituali da cui lo si considera, gli aspetti di Dio, di Patria o di dovere, le scienze potranno compiere, per opera schietta-mente italiana, quella miracolosa ascensione che già così luminosamente si è delineata, per volere di un uomo fatidico, nelle coscienze».

Lo sviluppo che il principio della centralità ha nel volume, ricorda, per la sua estrema astrattezza e per il fine che l'Autore si è proposto, la filosofia della Natura di Hegel. Il Pavese dice, del resto, esplicitamente che ha tracciato, nelle sue grandi linee, una meccanica generale nella quale basterà inserire quei vari aspetti particolari che formano oggetto delle scienze fisiche, per interpretare, *quasi automaticamente*, con la chiave di un unico quadro schematico, ciascun fenomeno. Così potrà, secondo lui, sorgere una nuova scienza che non sarà più, come la vecchia, un

mosaico di fatti in gran parte slegati ed oscuri, una scienza prevalentemente descrittiva, ma una scienza integrale, una funzione concreta di quell'unico organismo che è il cosmo.

Vien subito spontanea la domanda: In che consiste propriamente la rivoluzione che il Pavese vorrebbe effettuare? Galileo è, anche lui, vittima della concezione periferica? Si dovrebbe allora poter riscrivere, dal punto di vista centrale, il Dialogo sui massimi sistemi. In che modo? Il Pavese mi ha risposto che egli non fa questione di metodo, ma questione di mentalità da rifare. «Si tratta in ultima analisi, di sostituire al motto: “Provando e riprovando” che è l'espressione più schietta dell'empirismo scientifico e del contingentismo sperimentale (il cui significato consiste nella “possibilità” di ricostruire l'unità della legge attraverso il ripetersi dell'esperienza), il motto: “Dalla legge

l'esperienza", per cui la legge si pone a *priori* come valida, mentre l'esperienza è parte passiva, o propriamente *mezzo di controllo* della legge *posta*; mentre è assieme, nel suo aspetto positivo, mezzo di integrazione progressivo e formale della legge stessa, in quanto postulabile in forme logiche via via piú estese ed adeguate. Non dunque l'osservazione del molteplice come *molteplice*, ma come se fosse sempre l'espressione di un'*unità* relativamente nota, se pure solo ipoteticamente. Guardare all'esperienza non come se dietro di sé non vi fosse nulla, bensí come se vi fosse un'unità non direttamente intuibile e percettibile, ma reale e necessaria, come qualcosa che può rettificare gli stessi errori del senso, in quanto è essa unità che determina (piú che non sia determinata) l'esperienza. Insomma *tenersi in al-*

to, se si vuole dominare e dirigere l'esperienza nei suoi vari elementi determinanti».

Dato il carattere filosofico dell'esigenza alla quale il Pavese vuole soddisfare, è difficile rispondere in sede scientifica, come a me sarebbe piaciuto. Tutt'al più egli può dire che lo scienziato si debba comportare come se cercasse Dio o, in termini più strettamente logici, come se ogni fenomeno, pur nella molteplicità contingente dei suoi aspetti, fosse il segno di un'unità necessaria, anzi in fondo, di quell'unità e di quella legge assoluta che risponde al concetto di Dio. E poiché io gli avevo anche parlato del mio indimenticabile maestro Augusto Righi, il Pavese risponde che Righi dava la precedenza all'unità rispetto all'esperienza più o meno brutta, della quale si serviva come di controllo dell'ipotesi e non come di una *corrente* che ci trascini quasi per forza alla

scoperta: «Se tutti operassimo come Righi, io non avrei nulla da dire».

È una dichiarazione preziosa, che fa onore al Pavese. Ma veramente il Righi, se apprezzava le ipotesi, apprezzava assai di più l'esperienza e non avrebbe mai detto che l'unità è tutto e l'esperienza nulla: se mai, avrebbe detto il contrario. L'esperienza, per Righi, non era, come per Pavese, un mezzo passivo di controllo di una legge posta *a priori*, ma qualcosa di vivente e di creativo. Per Lui, l'ipotesi, prima di essere sottoposta all'esperienza, era qualcosa di astratto, di incompleto, di provvisorio: era quello che è la velleità, l'aspirazione vaga, rispetto alla volontà realizzatrice. Meglio ancora si può dire che l'esperienza di Righi e di tutti gli scienziati originali è essenzialmente razionale ed è essa sola razionale, nel

campo scientifico: e non l'unità posta astrattamente.

Il Pavese ha mille ragioni quando rivendica la razionalità contro l'esperienza bruta, ma la razionalità non dev'essere quella della vecchia metafisica. Purtroppo la razionalità a cui egli mira è proprio quella. È vero che egli dice che il suo è il vero idealismo in cui il soggetto nulla lascia fuori di sé ed include in un fascio indissolubile mondo naturale e mondo spirituale. Ma dice pure, come si è visto: «dalla legge l'esperienza»; dice che affermare la trascendenza è il solo modo di dare unità e senso all'immanenza, è il solo modo di parlare di religione senza mala fede e di Dio senza bestemmia; dice ancora che il suo è un idealismo costruttivo che deduce sistematicamente tutte le scienze della natura e dello spirito. Siamo evidentemente davanti alla vecchia metafisica.

Si direbbe che Roberto Pavese, il quale è un ingegnere laborioso e un amico della scienza, quando, nei ritagli di tempo che il suo lavoro gli lascia liberi o che toglie al sonno, si mette a filosofare, si proponga come modello il «filosofo in generale» criticato dal Croce. Pare che, dopo di essere stato per tutta la giornata immerso nella vita, egli senta, la sera, il bisogno di evadere dalla realtà: e la filosofia gli diventa l'opposto paradisiaco della vita e della storia.

«Al metodo empirico e periferico, consacrato dalla scienza, è possibile sostituire, in determinati momenti, periodicamente ricorrenti, il metodo deduttivo che procede dal centro: il quale ha questo vantaggio: che da esso si vedono simultaneamente punti della periferia, come le valli dalla vetta, mentre dalle valli la vetta non appare od appare con aspetti diversi e contrastanti.

Ogni ripetersi di eventi, ogni legge, ogni tipico campo (logico o fisico) di esperienze, è il segno di un'unità centrale che determina quella ripetizione, come il sole determina il ciclico ripetersi delle stagioni. Centro che è l'origine ed il riassunto attuale di ciò che si sviluppa successivamente nel campo».

Il Pavese non si accorge minimamente che il centro senza la circonferenza, la vetta senza la valle, il principio senza lo sviluppo, sono delle astrazioni.

Che occorra rivendicare l'esigenza dell'unità di questa luce interna (come dice felicemente il Pavese) orientatrice del processo spirituale, va bene, purché la luce sia appunto interna e non estrinseca; e siamo convinti anche noi col Pavese che la mentalità degli scienziati si debba, in massima, riformare. Gli scienziati si devono deci-

dere una buona volta ad abbandonare certe decrepite posizioni positivistiche alle quali rimangono ancora attaccati. Ma la via da seguire non può essere quella tracciata dal Pavese nel suo libro. Agli scienziati non si può parlare di meccanismi universali, che permetterebbero di dedurre ad una ad una tutte le scienze e tutta la realtà, anzi «uno dall'altro, uno dopo l'altro, i vari fatti, in un ordine logico irresistibile». Gli scienziati conoscono troppo bene la scienza, anche se seguono una filosofia arretrata, per non sapere che nessuno potrà mai tentare seriamente deduzioni così assurde.

Tutti oramai, scienziati e filosofi, sanno che la filosofia della natura alla maniera hegeliana e la filosofia a priori della storia sono morte per sempre. Tutti sanno che costruzioni come quelle non prevedono nulla, non anticipano nulla, appunto

perché, mentre s'illudono di dedurre tutta la realtà, sono dei castelli costruiti più o meno arbitrariamente sulla realtà: sono schematizzazioni.

Nè crediamo che sia utile cercare se esista un momento scientifico dello spirito e svolgere una teoria di questo momento scientifico: anche questa è metafisica. Oggi non si vede una teoria della scienza che non sia la scienza stessa come coscienza di sé, la scienza come storia chiara e serena. E se il Pavese vorrà davvero contribuire alla creazione di una nuova fisica più coerente e più razionale di quella d'oggi, dovrà rinunciare a quella meccanica generale che consentirebbe d'interpretare quasi automaticamente ogni fenomeno e mantenersi vicinissimo alla scienza. La fisica è in crisi e offre molto lavoro al filosofo intelligente. Il Pavese lo sa meglio di noi e ci auguriamo che si voglia mettere su questa via. Così sol-

tanto potrà far penetrare un po' del suo eroico furore filosofico nel mondo scientifico.

L'attività svolta finora dal Pavese è una specie di esplosione giovanile. È tempo oramai che il nostro filosofo della scienza dica addio alla giovinezza e ci dia qualcosa di meno ambizioso e di piú maturo.

BARRICELLI SULL'IPPOGRIFO*

È uscito postumo, a cura degli amici, un libro di Maurizio Barricelli intitolato: *Il nuovo Universo* (Franco Campitelli, editore; Foligno – Roma). Gli amici dicono che il volume, «parola ritardataria detta da una voce che non suona piú, fa pensare alla luce di certe stelle che sono già scomparse eppure continuano ad inviarci i loro raggi superstiti». Esso è, secondo loro, la piú importante affermazione dell'ingegno multiforme dell'Autore. «Tutte le esperienze di una vita spesa nelle piú disparate ricerche, nella tenace perseverante assimilazione dello scibile, perseguita senza preferenze e senza distinzioni, in ossequio al principio

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 31 dicembre 1932.

che tutte le realtà percepibili fanno parte d'un unico sistema al quale possono essere indifferentemente ricondotte – quindi, nozioni derivate dall'arte, dalla scienza (astronomia, geologia, fisica, chimica, biologia) – sono mirabilmente addensate in queste pagine, che hanno il sapore di un'antologia universale, e ridotte, con evidenza che sente di prestigiazione, al comune denominatore». Gli amici aggiungono che non hanno la competenza necessaria per giudicare i principii scientifici del Barricelli, «né sarà per gli scienziati facile impresa accoglierli o rifiutarli»; ma avendo riscontrato nel libro in gran numero gli «elementi che caratterizzano la schietta opera d'arte», hanno pensato che senza grave colpa non potevano lasciarlo inedito, tanto più che si tratta di un libro di buona fede, di un documento prezioso di «una religione scientifica profondamente sentita».

Le notizie che essi ci danno su Maurizio Barri-
celli sono interessanti. Nacque a Benevento nel
1874 e morí il 14 aprile 1931. Trascorse una par-
te dell'infanzia in una villa suburbana presso un
bizzarro gentiluomo che faceva collezione di oro-
logi a pendolo. «Le cinquecento pendole di ogni
forma e dimensione, tutte in movimento, che que-
sti sorvegliava nelle vaste sale, acclimatarono il
fanciullo a un'atmosfera inconsueta, ripetendogli
il mistero del Tempo; mentre la campagna circo-
stante, coi suoi silenzi panoramici, gli sottopone-
va l'arcano dello spazio». (Questi amici sono
davvero impagabili con questo loro involontario
umorismo. Se si fossero proposti di prendere in
giro, con giudizio, il loro autore non potevano riu-
scire piú efficaci. Il lettore ha visto che il libro è
stato definito «parola *ritardataria* detta da una vo-
ce che non suona piú»; che «tutte le realtà perce-

pibili fanno parte d'un unico sistema al quale possono essere *indifferentemente* ricondotte»; che il Barricelli riduce le piú eterogenee nozioni al comune denominatore «con evidenza che sente di prestigiazione»; che mentre si vorrebbe far passare il volume come una nuova Bibbia della scienza si confessa candidamente l'incompetenza scientifica e si concede senz'altro che la scienza possa non accettarlo).

Il Barricelli non si occupò solamente di scienza. Fu anche pittore, anzi fece studi regolari di belle arti a Napoli sotto la guida del Palizzi e del Morelli, vincendo numerosi premi. Un suo gran quadro: *Alla luce!* suscitò molte discussioni e mentre fu accolto trionfalmente a Roma, fu rifiutato a Milano; il suo quadro *Michelangelo* fu acquistato dallo Czar Nicola; un altro suo quadro: *I pagliai*, fu accettato dalla Galleria d'Arte Moderna di Roma ma

«oggi, non si sa perché, è scomparso da quelle sale». Tuttavia su Barricelli pittore non ci vien detto molto, nè ci vengono presentate delle riproduzioni delle sue opere: ci si dice soltanto che alcuni paesaggi «avveduti e luminosi» ritraenti le «predilette nature» della Svizzera e dei Paesi Scandinavi «esposti in varie mostre personali, rimasero di rado invenduti». È troppo poco, ma forse è sottinteso che si tratti di opere mediocri.

Il Barricelli fu anche critico d'arte e autore di varie commedie sulle quali nulla ci vien detto; fu squadrista e fondatore dell'Istituto del Nastro Azzurro. Si battè a duello piú volte «sempre per la difesa di un'idealità o di un principio»; combattè volontario per la Grecia contro i Turchi, distinguendosi sui campi di Domokos; fece poi durante la guerra del 1915-18 tre anni di trincea, sempre come volontario, nel 2.º Alpini, anzi per arruolarsi

tornò precipitosamente dalla Norvegia dove stava sfruttando industrialmente il suo Autoelastic (surrogato chimico della gomma per pneumatici).

Prese vari brevetti in materia di navigazione, di aviazione, di ferrovie e specialmente nel campo fotografico e cinematografico; e diventato inabile alla vita di guerra, prestò servizio nella sezione cinematografica dell'Esercito su tutta la frontiera alleata, ottenendo dalle Autorità militari francesi la croce di guerra con palme. Sul nostro fronte meritò la medaglia d'argento al valor militare.

Sposò una pittrice svedese e, in seconde nozze, una scrittrice norvegese. Ebbe insomma una vita molto varia e avventurosa che potrebbe accendere la fantasia di qualche romanziere e di qualche ammiratore. Forse allora si potrebbe tornare sul volume che ci sta davanti. Esso può essere utilissimo come documento biografico e qualche pagi-

na può esser letta con piacere ma come libro organico, come tentativo di riforma della scienza odierna non va. Maurizio Barricelli – dispiace confessarlo – si dimostra irrimediabilmente incapace di comprendere la scienza moderna. La sua incomprensione è assai più radicale e più stupefacente di quella del Simplicio galileiano. Gli entusiasmi di Barricelli sono tutti per il «metodo intuitivo», vale a dire per quanto c'è di più lontano dal metodo sperimentale e dal rigore logico. Alla scienza moderna egli non fa che opporre negazioni su negazioni, con l'aria di chi la sa lunga e tratta tutto dall'alto in basso. Problemi importanti e intricati che hanno tormentano i fisici più geniali appaiono al Barricelli giochi da bambini, ed egli crede di poterli risolvere senza tener conto dell'enorme lavoro degli scienziati, con quattro frasi a priori del tutto vuote e campate in aria. Si

resta impressionati vedendo, per esempio, come il Barricelli crede di spiegare l'esperienza di Michelson e Morley. Per lui la previsione di Michelson è sbagliata ma naturalmente tanto Lorentz che Einstein hanno torto; di Ritz non si parla. L'etere non è immobile perché altrimenti l'esito dell'esperienza non potrebbe essere negativo. Ma come mai Lorentz aveva concluso che l'etere, se esiste, non può che essere immobile? Barricelli non si fa questa domanda ma, se se la fosse fatta, avrebbe risposto, senza dare alcuna giustificazione, che Lorentz aveva torto. E se gli avessimo domandato una teoria dell'aberrazione, egli l'avrebbe subito data con poche parole senza significato.

Alle ipotesi sul trascinamento totale o parziale o sull'immobilità dell'etere cosmico, bisogna contrapporre la quarta ipotesi del Barricelli: l'etere

non è immobile né trascinato dai corpi in movimento ma «trascina tutti i corpi nel suo moto». Come mai quest'ipotesi così semplice spieghi tutto non è minimamente accennato, anzi Barricelli «spiega» l'esito negativo dell'esperienza di Michelson e Morley senza ricorrere alla sua ipotesi. «Poiché – egli dice – i nostri sensi non percepiscono che fenomeni, ossia perturbazioni, eccezioni periodiche e finite a un sistema di moto omogeneo, continuo e quindi infinito, così la nostra fantasia non può concepire nulla che non sia finito nel tempo e nello spazio, che non abbia una dimensione e una durata. Non è quindi possibile, con un esperimento fenomenico, rivelare un moto omogeneo». Forse nemmeno Simplicio troverebbe convincente questa spiegazione ma Barricelli trova convincentissime solo spiegazioni di questo genere e resta invece freddissimo davanti alle

spiegazioni scientifiche. È questione di mentalità. Barricelli non sa che farsene di Galileo, di Newton, di Lorentz, di Einstein e delle loro laboriose dimostrazioni sperimentali e teoriche: egli risolve tutti i problemi con l'*intuizione*, cioè – lo ripetiamo – con ipotesi senza fondamento e senza consistenza. Egli crede di spiegar tutto ammettendo cinque stati della materia: i tre stati fisici che tutti conoscono (il solido, il liquido e il gassoso), uno stato ultragassoso e uno che si potrebbe dire ultrasolido e che è poi lo *stato organico*, cioè la vita. Dallo stato ultragassoso, che ha parecchi altri nomi (stato unitario, ultra-atomico, originario, omogeneo) derivano tutti gli altri, cioè tutto l'universo. Infatti secondo l'Autore lo stato unitario corrisponde al punto (che egli considera come la prima dimensione dello spazio) perché essendo continuo, omogeneo e composto di punti o in altri

termini essendo in tutti i punti uguale a se stesso «può considerarsi nel suo complesso come un sol punto». In origine dunque l'universo come noi lo vediamo non esisteva: si potrebbe anzi dire che in origine nulla esisteva perché la materia, allo stato unitario è il puro essere ch'è il puro nulla. In seguito, per una causa ignota che potrebbe essere l'intervento divino, si son formate nella materia omogenea delle discontinuità o depressioni stesse e tendenti a ristabilire l'omogeneità. Questi afflussi sono – continua imperturbabile l'Autore – dei «raggi gravitali» rettilinei. Si ha così il «primo stato dell'energia raggiante» che è la gravità e che corrisponde alla retta che è considerata come la seconda dimensione dello spazio. «La conflagrazione di raggi gravitali in un centro di depressione cinetica determina onde stazionarie di secondo grado ed energia raggiante pure

di secondo grado, ossia la materia propriamente detta, allo stato gassoso, e le sue emanazioni ondulari». In modo analogo, cioè con le stesse ipotesi arbitrarie e senza significato, si hanno gli altri stati della materia, tra i quali va compresa, come s'è ricordato, anche la vita (e anche Dio).

Il Barricelli va avanti a gonfie vele senza un momento di perplessità, senza critica e purtroppo senza calore e senza poesia. Come teoria della natura – non si può fare a meno di dirlo – il suo libro non ha il minimo valore: non è scienza, nè filosofia, nè arte ma un insieme di parole. La sua pubblicazione integrale è stata dunque un errore.

Il libro contiene tuttavia qualche osservazione, qualche pensiero, qualche fantasia su cui l'occhio, stanco di scorrere su tante pagine aride, si posa volentieri; qualche punto, anche se non resiste alla critica, interessa perché si capisce

che appartiene al credo dell'Autore. Gli amici avrebbero fatto bene a pubblicare soltanto le poche pagine vive o almeno interessanti per chi voglia conoscere il Barricelli. Tra i pensieri che piú mi piacciono citerò quello della madre nel periodo della gestazione. «Ella certamente concorre col suo spirito e la sua volontà alla formazione e alla perfezione dell'essere nel quale deve sdoppiarsi. Ella pensa, desidera, vuole che il figlio sia bello, forte, intelligente; ella prepara o concorre a creare in se stessa l'ambiente adatto perché i suoi desiderii si avverino. Ella predilige alcuni cibi che prima non amava e ne scarta altri; si compiace guardare i bimbi e gli uomini piú belli per dare l'impronta della perfezione della specie anche al frutto del suo ventre, e spesso una forte impressione gradevole o spiacevole viene ad accentuare o a turbare questo processo d'enteroplasti-

ca ed il figlio ne porterà le stimate per tutta la vita». Qui c'è simpatia umana e c'è spiritualità. L'arido materialismo che rende così ostiche tante pagine del libro qui è superato. La vita non è più uno stato della materia ma bellezza, intelligenza, moralità.

Mi piacciono pure certe fantasticherie, come quella in cui immagina che gli uomini possiedano un organo per la percezione elettrica e allora avrebbero gran parte degli attributi divini ma perderebbero il gran bene della solitudine, dell'intimità e vivrebbero «nudi nel corpo e nell'anima senza speranza di riposo o di tenebre». Più felice è la storietta dell'uomo che ha l'olfatto del cane. Egli non potrebbe vivere perché rientrando in casa «fiuterebbe le tracce di tutte le persone che vi fossero state e saprebbe riconoscerle e ritrovarle». L'Autore è riuscito a vivere da artista questa

sua fantasia. «Sulle mani, sulle vesti della consorte fiuterebbe il nome di tutti coloro che l'avessero avvicinata. Quelli che non conoscesse potrebbe scovarli uno per uno seguendone le tracce per la città sino alla loro casa». Il Barricelli immagina i dialoghi del marito con la moglie e, caso rarissimo, sa fare dello schietto umorismo; poi conclude che nessuno si salverebbe: «per offese alla legge piú o meno gravi, tutti dovrebbero essere imprigionati e allora, o la società e le leggi dovrebbero trasformarsi, o l'uomo cane dovrebbe essere soppresso».

RIVENDICAZIONI A VUOTO*

Il primo volume dell'«Enciclopedia scientifica monografica italiana del XX secolo»: *Invenzioni e inventori del XX secolo*, di Artemio Ferrario, è un libro a sorpresa.

Artemio Ferrario non è uno qualunque: è ingegnere, deputato al Parlamento, segretario dell'Associazione nazionale fascista inventori. Convinto che il fenomeno creativo sia, sotto un certo aspetto, un privilegio della nostra razza, vorrebbe rafforzare nei lettori una «coscienza inventiva» e insieme additare idee sane e temi concreti. Egli soffre quando vede che gli stranieri

* Pubblicato in «Omnibus», 9 luglio 1938, p. 7.

Il titolo originale fu mutato, all'insaputa dell'autore, in «Le spiritose invenzioni».

tendono a negare le nostre glorie scientifiche e tecniche e s'indigna dantescamemente davanti «a li malvagi uomini d'Italia che commendan le cose altrui e le proprie dispregiano». I meriti e le glorie dei nostri inventori devono essere dappertutto riconosciuti e celebrati; la Patria dev'essere liberata dell'asservimento ai brevetti e ai progetti stranieri e deve avere nuove materie prime e nuovi cicli tecnologici, anzi addirittura l'indipendenza e la vittoria.

Leggendo queste dichiarazioni, si dice: «Finalmente!»; si va oltre, e cadono le braccia. Sembra che l'autore non sappia che non si può rivendicare ciò che non si conosce, non si capisce, non si ama, e che non si può fare storia della scienza quando mancano preparazione scientifica e senso storico. In troppe pagine di questo libro vediamo insieme alla rinfusa verità, inesattezze e

svarioni inverosimili; vediamo sullo stesso piano uomini insignificanti e uomini sommi, chi intravede a stento un aspetto di una verità e chi fa consapevolmente e porta a fondo una grande scoperta. Per questa mancanza di prospettiva, il Ferrario finisce col mettere in cattiva luce, contro le sue piú evidenti intenzioni, gli scienziati e gli inventori che piú vorrebbe esaltare. La verità è che l'autore non riesce a rivendicare nulla sul serio. I suoi entusiasmi scientifici e i suoi odî sono apparenti.

Apriamo a caso il libro. Ecco: siamo a pagina 41. Vi leggiamo che l'Accademia del Cimento «intraprese per la prima volta l'esperimento noto, non si sa perché, sotto il nome di *pendolo di Foucault*». Tutti sanno che l'Accademia del Cimento notò la rotazione apparente del piano d'oscillazione del pendolo, ma non la capí, non capí nem-

meno che era una esperienza importante e non la pubblicò. Foucault invece scoprì di nuovo il fenomeno (indipendentemente dall'Accademia del Cimento) e ne fece la teoria, spiegando che la rotazione deve variare con la latitudine e che è una nuova prova della rotazione terrestre. Il suo merito è innegabile e nessuno gliel'ha mai contestato. Antonio Garbasso, che è così geloso delle nostre glorie scientifiche, dopo aver ricordato che gli accademici del Cimento avevano eseguito la celebre esperienza circa due secoli prima di Leone Foucault, aggiunge: «Evidentemente, non ne avevano compreso il significato».

Nella stessa pagina 41 dice il Ferrario: «È erroneamente attribuita a Newton la paternità della teoria ondulatoria per spiegare i fenomeni della luce; ma questo merito spetta invece a padre Francesco Maria Grimaldi, bolognese, della

Compagnia di Gesù, il quale la enunciò trent'anni prima dell'inglese». Il nome di Newton non può essere uno sbaglio di stampa perché il Ferrario sta parlando proprio di Newton. L'errore è inesplicabile perché tutti sanno che Newton è il sostenitore della teoria corpuscolare e lo sa naturalmente anche il Ferrario che a p. 156 dice: «Newton non credette alla teoria ondulatoria e la sua alta autorità bastò per farla declinare, sicché tutto il secolo XVII tornò, si può dire, alla teoria corpuscolare». Non è nemmeno vero che il padre Grimaldi sia un vero sostenitore della teoria ondulatoria. Il fisico bolognese aveva idee teoriche piuttosto confuse. Il suo grande merito è la scoperta dei fenomeni di diffrazione che, non si sa perché, per il Ferrario divengono (p. 161): «la diffrazione del raggio solare, chiamata poi *riflessione di Newton*». Non si può negarlo: Newton porta sfor-

tuna al Ferrario ed è umano che il Ferrario se ne vendichi. La teoria del volo mediante il piú pesante dell'aria, egli dice, fece un gran salto indietro per opera di Newton, il quale, essendo un calcolatore formidabile, prese la penna e dimostrò che l'uomo non avrebbe mai potuto volare. «Anzi, andò anche piú in là e dimostrò che non possono volare neppure gli uccelli. E siccome, malgrado fosse Newton, vi fu chi osservò, sia pure con qualche titubanza, che gli uccelli volano lo stesso, egli spiegò che questo avveniva per oscure cause fisiologiche che sfuggono al calcolo».

Questa battuta (non esito a dirlo, a costo di scandalizzare gli scienziati) mi piace perché, una volta tanto, ottiene lo scopo; che è quello di far sorridere. Si intende: si tratta di una parodia, che colpisce non Newton, ma certi newtoniani.

Non so invece se si debba piangere o ridere leggendo la singolare affermazione su Galvani (p. 393). Dopo aver parlato delle prime esperienze di Galvani, quelle in cui si ottenevano le contrazioni mediante la scintilla della macchina elettrica, il Ferrario continua: «Galvani andava soprattutto ricercando elementi nuovi da gettare nella sua polemica con Volta, a sostegno della sua tesi dell'elettricità animale. Allora sostituì all'antenna di prima, ossia allo scalpello e al filo, un archetto formato di due metalli. Toccando questo archetto la rana riebbe le contrazioni muscolari senza bisogno delle scintille della macchina elettrostatica. Ma per contro, l'arco bimetallico veniva piuttosto a dar ragione a Volta, che vi vedeva né più né meno che la sua pila».

Se alla licenza liceale un candidato ripetesse queste straordinarie affermazioni sarebbe boccia-

to. Chi ha scritto queste righe (ripetiamo che non può essere il Ferrario, ma un aiuto incompetente) non sa nulla della polemica tra Volta e Galvani, e non ha letto, anzi non ha nemmeno visto la memoria fondamentale di Galvani, che cita, col titolo lievemente inesatto, nella pagina precedente. Se no, si sarebbe accorto che solo nella prima parte della memoria si parla dell'azione dell'elettricità artificiale sul movimento muscolare, mentre nella seconda parte si parla degli effetti dell'elettricità atmosferica, e la terza parte, che è più ampia, e parecchie pagine della quarta sono dedicate all'elettricità animale. Lì Galvani descrive e discute l'esperienza con l'arco conduttore che, secondo il Ferrario, sarebbe stata fatta per combattere Volta. Il grande fisico di Como (chi non lo sa?) cominciò a occuparsi di elettricità animale dopo aver letto la memoria di Galvani e quindi

dopo aver preso conoscenza di tutte le esperienze fatte dallo scienziato bolognese; e arrivò alla pila dopo molti ragionamenti e molte esperienze e quando Galvani era già morto. Il Ferrario (il suo uomo di fiducia) crede, a quanto sembra, che Volta abbia inventato la pila prima dell'esperienza di Galvani. È una delle tante versioni della famosissima esperienza. Ne sentii una volta una più divertente, in una lezione a soldati. Galvani, raccontò nello stupore generale l'oratore improvvisato, passeggiava per le strade di Bologna, quando incontrò una rana. La toccò con un bastone di rame ed essa si commosse. Così Galvani inventò la pila.

Eppure quel bastone di rame sta bene in mano a Galvani, meglio che uno d'argento o di ferro; e una rana che vada a passeggio per via Ugo Bassi o via Rizzoli potrebbe ispirare al mio amico Lui-

gi Bartolini una delle sue piú originali acqueforti. Poi Galvani che, vedendo saltellare una rana, inventa la pila è grande. In fondo, col suo curioso racconto, quell'oratore riuscí a dare ai soldati un'idea del genio di Galvani; il Ferrario non dimostra nulla, come non dimostrò nulla Romagnosi.

Secondo l'autore invece (p. 187), nel 1802 Giovanni Battista Romagnosi, di Trento, avrebbe fatto l'esperienza di Oersted. Questa volta però egli procede con una certa cautela perché parla non a nome proprio ma «sulla fede del dottissimo Gian Francesco Rambelli».

Parrebbe dunque che quest'uomo dottissimo ammetta un fisico di Trento, chiamato Giambattista Romagnosi. Questo fisico non è mai esistito. Si tratta invece del celebre Gian Domenico Romagnosi, nato a Salsomaggiore e vissuto a Trento e a Milano. Nell'estate del 1802 il filosofo del

«non so che», che non era piú pretore di Trento, si annoiava e non avendo voglia di giocare né a scopone né a scacchi cercò di passare il tempo con la pila. Fece così le esperienze che furono riassunte nell'articolo sul galvanismo, pubblicato nel *Ristretto de' foglietti universitari* di Trento del 3 agosto 1802, e piú volte stroncato. Il Romagnosi non fece e non pretese mai di aver fatto l'esperienza di Oersted; e quando il fisico danese annunciò la scoperta si guardò bene dal fare rivendicazioni. Egli aveva creduto solamente di avere «ammortizzato» la polarità di un ago magnetico mediante la carica elettrica del polo isolato di una pila. L'esperienza che egli fece non presenta interesse, essendo dovuta a ripulsione elettrostatica e ad attrito. È un'esperienza da filosofo disoccupato e nient'altro.

Poiché lo spazio non ce lo consente non ci fermeremo sulla confusione che fa l'autore (a p. 36) tra peso e massa, né ribatteremo la sua affermazione (p. 35) che le tre leggi della meccanica (o, come dice lui, della dinamica) siano state scoperte da Newton, dimenticando Leonardo e Galileo, o quella più grave che quei principî e il principio dell'energia non siano che ipotesi. Ci limiteremo ad invitare il lettore a leggere quello che il Ferrario dice (pp. 379-380) sul telefono. L'autore non distingue (sembra impossibile) il telefono dal microfono.

Artemio Ferrario e Valentino Bompiani, come tutti sanno, sono due uomini di grande valore. Siamo perciò convinti che essi non tenteranno di

replicare, o meglio ci auguriamo che se la cavino
con spirito, ritirando il volume dal commercio.

RISPOSTA A FERRARIO*

Nel suo lungo articolo sul *Meridiano di Roma*, Artemio Ferrario non è riuscito a fare nemmeno un piccolo passo avanti. È vero che in compenso ha fatto un bel salto indietro.

Il suo metodo è semplice e ingegnoso. Quando un'obiezione è troppo imbarazzante, non la prende in considerazione e si limita a diffondersi nei soliti luoghi comuni a favore dei piccoli che valgono quanto e più dei grandi o contro i vari Larousse che non ci apprezzano abbastanza. Non una parola sulla trasmutazione del telefono in micro-

* Pubblicato in «Omnibus», 30 luglio 1938, p. 2, in risposta ad una replica di Artemio Ferrario all'articolo precedente, pubblicata nel «Meridiano di Roma», 24 luglio 1938, p. 5.

fono e viceversa, né su Galvani che fa l'esperienza con l'arco conduttore per combattere Volta. E sempre le solite citazioni di seconda mano. Se per caso si cimenta con un testo, si mette in un diabolico impiccio, come lo stregone novizio.

Insiste sulla priorità di Romagnosi, ma in base all'autorità del «grande precursore» Gianfrancesco Rambelli. Perché non si decida a leggere l'articolo sul galvanismo non si capisce. È uno scritto da giornale senza formule matematiche e senza nulla di astruso. Il *Ristretto de' foglietti universitari* non si trova facilmente (nella Comunale di Trento c'è), ma l'articolo è stato ristampato nell'*Antologia* di Firenze del 1827, negli *Annali* di Majocchi del 1844 e negli *Atti dell'Accademia di Torino* del 1868-69 con una definitiva stroncatura di Gilberto Govi. L'articolo è stato stroncato, pare dal Belli, nella *Biblioteca italiana* del 1840, e più

recentemente da Ferdinando Lori, nel fascicolo voltiano dell'*Energia elettrica* (1927). Se Ferrario leggerà l'articolo dovrà convenire che, almeno questa volta, il grande Rambelli ha sbagliato. Romagnosi operò a circuito aperto e non poteva perciò scoprire l'effetto magnetico della corrente che non c'era e, per dir la verità, nemmeno lo credette. Egli si limitò ad annunciare di avere, dirò così, ipnotizzato l'ago magnetico, ma in realtà era il grande giureconsulto che sonnecchiava. E quando nel 1820 Oersted annunciò la scoperta, il Romagnosi non fiatò perché sapeva benissimo di non averne diritto. La storiella di Romagnosi precursore di Oersted è stata inventata dall'Aldini che lo chiamava Romanesi (il filosofo di Salso-maggiore cambia sempre nome e paese di nascita quando diventa un fisico). Quell'esperienza, lo ripeto, non ha valore. «Il documento originale e

completo», scriveva il Govi, «toglie ogni dubbio e sarebbe un atto sleale da parte di noi italiani il ripetere per vanità nazionale un falso vanto, mentre così acerbamente si vanno rinfacciando agli stranieri quelle che noi giudichiamo piraterie esercitate da essi sulle nostre glorie paesane».

Per Grimaldi, dice il Ferrario che, attribuendogli soltanto la grande scoperta dei fenomeni di diffrazione, ne riduco l'opera «a proporzioni quasi insignificanti». Si vede che Ferrario non ha la più lontana idea dell'importanza fondamentale dei fenomeni di diffrazione. Come teorico il Grimaldi non è un gran che: ha idee confuse e contraddittorie, come ha riconosciuto apertamente il suo grande concittadino Augusto Righi, in alcune lettere che il Ferrario dovrebbe conoscere, essendo state pubblicate in un libro da lui citato nella bibliografia.

La battuta newtoniana del Ferrario ci era sembrata divertente e l'avevamo lodata. Ohimé, il Ferrario faceva sul serio ed ora ritorna con «Newton aeronauta». Tutti sanno che l'impossibilità del volo fu dedotta non da Newton, ma da alcuni newtoniani, e che Newton non applicò mai la sua ipotesi ai gas reali. La teoria oggi accettata sul volo è recente, essendo dovuta ai voli dei fratelli Lilienthal e alle ricerche di Lanchester, di Kutta, di Goukowski, di Prandtl, di Crocco. Prendendosi troppo contro i newtoniani, si finisce con lo svalutare anche Leonardo da Vinci.

Nulla ho mai detto contro Calzecchi Onesti e non capisco perché il Ferrario lo tiri in ballo. Io ho perfino continuato una sua ricerca. E ho sempre parlato nelle mie lezioni del *coherer* come di un tubetto di Calzecchi. Così del resto fanno i fisici da più di trent'anni e il Ferrario si scalmana trop-

po. Egli ha torto quando se la prende con Branly. Non bisogna dimenticare il marconigramma del 1899: «Marconi invia a Branly un rispettoso saluto attraverso la Manica, questo bel risultato essendo dovuto in parte ai notevoli lavori di Branly». Col criterio di Ferrario si può, sí, negare Branly per esaltare Calzecchi, ma a patto di negare poi Calzecchi ed esaltare Munk af Rosenschöld. E si potrebbe poi sostenere che Branly, come dicono alcuni francesi, e non Marconi è *le père de la radio*, salvo a sostenere subito dopo che il padre della radio è Hughes o Galvani o Giove Tonante. Nessuna esperienza sorge dal nulla. L'importante è di vedere se si risolve interamente nelle esperienze precedenti.

Sulla priorità di Galvani in materia di onde elettriche, non è il caso d'insistere. Ne hanno parlato tanti in occasione del centenario e ne ho parlato

anch'io. È vero che il Ferrario non ha introdotto di suo che un po' di confusione.

Eccoci al razzo finale: agli Accademici del Cimento e l'esperienza di Foucault. In questo punto almeno (anzi, su questo solo, perché al resto non ci crede nemmeno lui), il Ferrario deve avere ingenuamente creduto di avermi vinto (o quasi: con Ferrario le riserve non sono mai superflue). Come, egli dice tra sdegnato e patetico, Timpanaro, studioso di Galileo, non ha dunque letto i *Saggi di naturali esperienze*? Nella edizione del 1691 dei *Saggi* c'è, secondo lui, un intero capitolo che si riferisce all'esperienza che, non si sa perché, si chiama di Foucault.

Capisco. Artemio Ferrario aveva sentito dire che gli Accademici del Cimento precorsero Foucault; e poiché essi non pubblicarono che i *Saggi*, andò a sfogliare frettolosamente il libro del Maga-

lotti. Ecco il capitolo che parla dei pendoli o dondoli. Ci siamo. Ferrario legge: «Ma perché l'ordinario pendolo a un sol filo in quella sua libertà di vagare (qualunque ne sia la cagione) insensibilmente va traviando dalla prima gita...». Inutile andar piú oltre. Non resta che trascrivere la frase e offrirla in omaggio ai lettori del *Meridiano*. Se avesse avuto meno fretta si sarebbe accorto dell'equivoco, perché Magalotti continua: «E verso il fine, secondo ch'ei si avvicina alla quiete, il suo movimento non è piú per un arco verticale, ma par fatto per una spirale ovata in cui piú non posson distinguersi né noverarsi le vibrazioni, quindi è che, solamente a fine di fargli tener fin all'ultimo l'istesso cammino, si pensò d'appendere la palla a un fil doppio», ecc. Piú giú chiarisce che i due fili «servono come di falsaredine alla palla, acciò non si butti sur una mano piú che

sull'altra, ma tenga sempre diritto il cammino per l'istess'arco». Qui c'è, se mai, un'anticipazione di quel movimento elittico studiato da Serpieri e Secchi, ma non dell'esperienza di Foucault. Con la sospensione bifilare gli Accademici del Cimento volevano ottenere che il pendolo oscillasse in un piano. Se la loro priorità su Foucault si basasse su questo capitolo dei *Saggi* sarebbe molto difficile difenderla. E poiché, a quanto sembra, il Ferrario non sa altro, se fosse messo alle strette, dopo aver negato Foucault, dovrebbe negare anche l'Accademia del Cimento.

La priorità dell'Accademia del Cimento è incontestabile. Nei manoscritti galileiani della Nazionale di Firenze (Posteriori di Galileo, tomo X, Accademia del Cimento, parte prima, vol. 10°) c'è una pagina di pugno del Viviani, che non lascia dubbi. Questa pagina è stata esposta all'esposizione di

Storia della Scienza del 1929, ed una delle frasi più significative è stata riprodotta dal Boffito nel suo libro sugli strumenti della scienza (senza però la figura, che è essenziale). Integralmente, a quanto credo, la pagina non è stata mai riprodotta, né studiata esaurientemente come io mi riservo di fare. Il Viviani dice che «tutti i pendoli di un sol filo deviano dal piano verticale e sempre per il medesimo verso» che, come risulta dalla figura, è quello giusto. Egli aggiunge che anche i pendoli con la sospensione a due fili deviano, benché in misura assai minore, e accenna alla variazione della velocità al variare del peso e della lunghezza dei pendoli. Il fenomeno non è chiarito in nessun modo e l'influenza del movimento della terra non dev'essere stata nemmeno sospettata. Fatto è che le esperienze non furono proseguite e che nei *Saggi* non vengono ricordate. La pagina del

Viviani non è nemmeno riprodotta nell'edizione dei *Saggi*, che fu pubblicata nel 1841 «per le cure provvide e munifiche» di Leopoldo II. Non è possibile dunque tergiversare sui meriti di Foucault.

Devo dire un'altra cosa al Ferrario. Non è vero che io sia un «ex-letterato». Mi sono occupato fin del 1913 di letteratura e continuerò ad occuparmene quando mi piacerà, ma mi sono occupato fin da allora molto più di scienza. Sono allievo di quell'Augusto Righi che il Ferrario chiama «immenso», e subito dopo redarguisce. Né è giusto che mi si dica disfattista. Ho fatto delle stroncature e ne farò (serenamente, come nel caso del Ferrario, il quale, nonostante che mi accusi d'inconsueta violenza e astiosità, si è divertito anche lui, leggendo il mio articolo, e si vede); ma nessuno ha esaltato più di me gli scienziati autentici, grandi o piccoli che fossero. Io credo

che si possa esaltare senza gonfiature. Né mi sembra di buon gusto denigrare gli scienziati stranieri. Abbiamo tante glorie che possiamo essere generosi con tutti.

L'ENCICLOPEDIA DELLE SCIENZE*

L'ingegner Arturo Uccelli ha iniziato (Hoepli editore) la pubblicazione di un'*Enciclopedia storica delle scienze e delle loro applicazioni*, che conterà di tre volumi in quarto, di complessive pagine 2300 con 6000 incisioni e tavole.

Il primo volume, uscito da poco, è dedicato alle scienze fisiche e matematiche; degli altri due, che usciranno entro l'anno prossimo, il secondo sarà dedicato alle scienze applicate e alla storia della tecnica, l'ultimo ai «problemi teorici del nostro tempo». Così il calcolo delle probabilità, la teoria di Einstein, la teoria dei quanti, la meccanica ondulatoria, la fisica atomica e nucleare, inve-

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 16 luglio 1941.

ce che nel primo volume, saranno trattati nel terzo.

Il primo volume, di 750 pagine a due colonne, con 1788 illustrazioni nel testo e nove tavole, è scritto, oltre che dal direttore, dal compianto Mentore Maggini, da Giorgio Abetti, Alfonso Fresa, Andrea Marcelin, Carlo Somigliana, Plinio Uccelli, Carlo Zammattio: tutti, come si vede, uomini di valore o addirittura eminenti. Purtroppo, parecchi capitoli, e non dei meno importanti (basterà citare quelli sulla matematica antica, sulla meccanica, sul calore, sull'ottica, sull'elettrologia), sono anonimi, cioè scritti senza impegno; e il direttore, di cui nessuno mette in dubbio le qualità, si è occupato di troppe cose: dallo spazio e tempo al sistema del mondo, dalla matematica nel secolo decimonono alle grandezze fisiche, all'astrofisica, all'universo siderale, al sistema galattico e al su-

pergalattico. Arturo Uccelli ha pure scritto la troppo lunga e troppo dotta prefazione, in cui parla, proprio come se volesse prendere in giro il lettore, di classificazione e distinzione, di diversificazione, di classificazione secondo la grandezza unitaria fenomenica, e s'impelaga nella «possibilità teorica e limitata» del metodo storico.

In realtà, l'idea di un'enciclopedia storica delle scienze e delle loro applicazioni ad uso del gran pubblico è difficile a mettere in pratica ma può essere esposta in due parole, senza sfoggio di alta filosofia. Si tratta di scrivere un compendio di scienza e di tecnica, tenendo conto, il meglio che si può, del fattore storico: e questo è il semplice concetto a cui si sono realmente ispirati sia l'Uccelli sia i suoi collaboratori.

Dirò subito che molte pagine sono buone e molte eccellenti. Gli autori sono bene informati e

sanno esprimersi con chiarezza. Si tratta però il più delle volte (è bene dirlo, per evitare equivoci) di una buona divulgazione e non di una sintesi originale.

Di riserve, specialmente nelle pagine non firmate, che sono quelle che più m'interessano, se ne possono fare e ne faremo qualcuna, perché se ne tenga conto nell'*errata corrige*, o almeno nella seconda edizione. Del resto, nell'ultimo volume potrebbe trovar posto un capitolo di complementi.

Dirò prima di tutto che l'Enciclopedia Uccelli non è costituita da voci in ordine alfabetico ma è un trattato. Per consultarla facilmente occorrerebbe un indice analitico in ogni volume; invece l'indice è stato rimandato alla fine dell'opera.

Utilissima ci sembra una bibliografia, limitata, s'intende, alle cose essenziali; e vogliamo spe-

rare che l'ingegner Uccelli colmi la lacuna. Sarebbe giusto anche che si facesse qualche citazione. Per esempio, i sette punti di Aristotele messi a confronto, a pag. 114, con le antitesi di Galileo, era opportuno dichiarare che sono trascritti, parola per parola, dalla *Storia della fisica* di Rinaldo Pitoni (Torino, Sten, 1913, pp. 114-15).

A p. 99 la modernissima figura 18 è intitolata: *Gli anelli di diffrazione descritti e studiati da Leonardo*. In un libro popolare era necessario avvertire che la figura non è di Leonardo. E a proposito della diffrazione, era meglio non essere tanto recisi. Che Leonardo abbia avuto sulla luce idee ondulatorie, che abbia fatto osservazioni che si spiegano con la teoria della diffrazione è vero; ma da questo a dire che egli ha scoperto la diffrazione e ha sostenuto la moderna teoria ondulatoria ci corre molto. Non si capisce poi perché si

debba diminuire il Grimaldi, che è il vero scopritore della diffrazione. Se si vogliono fare rivendicazioni storiche bisogna conoscere bene i testi e interpretarli con senso storico. Allora si vedrà facilmente che, in materia di diffrazione, Francesco Maria Grimaldi è molto di più di Leonardo da Vinci e Fresnel più di Grimaldi e la fisica odierna più di Fresnel.

Secondo l'Enciclopedia Uccelli (p. 146), Girolamo Maria Fonda propose nel 1770 il tipo di parafulmine che venne costruito dal Melsens un secolo dopo.

Se fosse vero sarebbe molto importante. Il modesto scolpio diventerebbe un grand'uomo, perché avrebbe inventato i parafulmini di Melsens prima di Faraday. Non sarebbe assurdo, perché prima di Faraday c'era stato un altro scolpio, Giambattista Beccaria, che aveva inventato il

pozzo, in cui c'era implicito il parafulmine di Melsens. Ma il Fonda, nella sua «memoria fisica» sulla maniera di preservare gli edifici dal fulmine, scritta in occasione del fulmine caduto sulla cupola della chiesa della Sapienza a Roma il 17 giugno 1770, non propone niente di diverso dal parafulmine di Franklin.

L'unica cosa interessante è la presa di terra, che il Fonda vuole costituita da una lastra metallica bene ancorata al suolo.

È vero che la figura *D* potrebbe far pensare a un parafulmine di tipo Melsens, perché rappresenta un edificio con una punta nel mezzo del tetto, collegata con altre quattro punte minori agli angoli del tetto e queste punte sono messe a terra. Ma il testo non lascia dubbi. Il Fonda dichiara che non bisogna prendere alla lettera la figura e che bastano due fili e anche uno solo. Egli ripete

che se una certa quantità di «vapore elettrico» non potrà scaricarsi attraverso un certo conduttore vi si scaricherà attraverso piú conduttori, oppure attraverso un solo conduttore di maggiori dimensioni; e dichiara esplicitamente che è preferibile aumentare le dimensioni e non il numero dei conduttori. Per proteggere la chiesa della Sapienza propone uno o al piú due conduttori. All'effetto di schermo elettrico, in cui consiste la novità del parafulmine Melsens, non c'è il minimo accenno nella memoria.

A p. 520 è ripetuta la storiella di Romagnosi, che avrebbe scoperto l'effetto magnetico della corrente, «proprio con la stessa esperienza compiuta diciotto anni dopo da Oersted».

Questa storiella dimostra la verità di un principio che non è registrato nelle enciclopedie ma è incontrovertibile: il principio delle conservazione

degli errori. Come è stato dimostrato da Gilberto Govi e da vari altri ed è dimostrato dall'articolo del *Ristretto de' foglietti universitari* di Trento, l'esperienza di Romagnosi non ha nulla che vedere con quella di Oersted e non ha importanza, perchè Romagnosi operava a circuito aperto e perciò poteva ottenere tutt'al più un effetto elettrostatico.

Nuova è invece l'affermazione (p. 523) che attribuisce ad Ampère, che gli diede solo il nome, il sistema astatico, descritto per la prima volta da Leopoldo Nobili, all'Accademia delle Scienze di Modena, il 13 maggio 1825. L'affermazione però è smentita a p. 531, in cui è detto che nel 1826 il Nobili realizzò un grande progresso nei galvanometri, mediante il sistema astatico.

Curiosa è l'affermazione relativa all'equivalente meccanico del calore (p. 468). Dice l'*Enciclope-*

dia che Domenico Turazza già nel 1858 trovò che per avere una grande caloria era sempre necessario spendere 424,27 chilogrammetri, mentre solo nel '78 il Joule eseguì il suo famoso esperimento, determinando esattamente l'equivalente meccanico in 427 chilogrammetri.

La verità è che Turazza, nella *Teoria dinamica del calorico*, pubblicata nel volume VIII (1859) delle *Memorie dell'Istituto Veneto*, si limita a esporre le esperienze degli altri e in particolare quelle di Joule. Il valore citato dall'*Enciclopedia* è appunto dedotto dalle esperienze di Joule. Il Turazza arriva perfino a chiamare «equivalente di Joule» l'equivalente meccanico del calore, «in riconoscimento – egli dice – delle fatiche così luminosamente spese da questo abilissimo osservatore».

Avendo oltrepassato i limiti di spazio che ci sono concessi, dobbiamo limitarci a pochi altri rapidi cenni.

«Nella pila di Volta – leggiamo a p. 506 – i fenomeni di contatto, se esistono, sono minimi di fronte all'azione chimica». Chi fa questa affermazione non deve, come fa l'*Enciclopedia*, citare Corbino perché Corbino ammetteva il principio del contatto «anche nel vuoto (sono sue parole) e perciò indipendentemente da ogni azione chimica». La coppia bimetallica costituisce per lui, come per Volta, «un mezzo naturale e perpetuo atto a produrre, in uno spazio anche di grandi dimensioni, un campo elettrostatico; così come un magnete permanente (però con minor stabilità) crea intorno a sé un campo magnetico».

A p. 533 viene attribuita a Faraday la seconda legge dell'induzione, che è invece di Neumann e

del nostro Riccardo Felici. Strana sorte questa del Felici, che vien sempre dimenticato negli scritti popolari, nonostante che sia ampiamente citato dal Roiti e sia compreso nei *Classici delle scienze esatte* di Ostwald.

A p. 536 è detto che Galileo Ferraris scoprì le correnti polifasi nel 1888 e, alla pagina seguente, si afferma che grazie a questa scoperta, è stato anche possibile stabilire (non si sa da chi) che esse producono un campo magnetico rotante. Sotto la figura 126 (a p. 541) è detto che il primo modello del campo rotante fu costruito dal Ferraris nell'agosto 1885, cioè prima della scoperta delle correnti polifasi.

La prima trasmissione transatlantica, come tutti sanno (è stata oggetto di una speciale commemorazione), è stata effettuata da Poldhu in Cornovaglia a San Giovanni di Terranova; Marconi

era a San Giovanni e ricevette per primo i tre punti della lettera s. A p. 552 è detto che «il 12 dicembre 1901, Marconi poté constatare che segnali trasmessi da una stazione radiotelegrafica installata in America erano giunti in Inghilterra».

Di sbagli di stampa ce ne son pochi. Rettifichiamo la data di morte di Augusto Righi: 8 giugno 1920 (e non 1902, come è detto a p. 549 e a p. 551). Abbiamo già avuto occasione di correggere il nome dell'inventore del parafulmine a gabbia di Faraday: Melsens e non Melsene, come si legge a p. 146.

Un encomio solenne merita l'editore Hoepli per la bella veste che ha dato al volume. Buona la carta, nitida la stampa, belle le illustrazioni, solida la rilegatura.

IL CONGRESSO DEI RABDOMANTI*

Il comm. Zanella è contento. Il Congresso dei raddomanti da lui organizzato ha avuto – egli mi scrive – esito brillantissimo e superiore ad ogni aspettativa, anche per la qualità degli intervenuti.

Possiamo essere anche noi così ottimisti? Occorre intendersi.

Innegabilmente, il comm. Zanella ha ottenuto un successo personale, sia perché la raddomanzia, di cui si occupa da oltre vent'anni, è stata portata davanti all'opinione pubblica, sia perché tutte le idee che gli stanno a cuore sono state esaltate dal Congresso. Zanella potrebbe perfino permettersi il lusso di dire che i congressisti han-

* Pubblicato ne «L'Ambrosiano», 25 marzo 1932. V. anche «L'Ambrosiano», 8 aprile 1932.

no dimostrato troppo entusiasmo, perché è vero che egli è «rabdomante bacchettista e pendolista» e si occupa da vari anni anche di prospezioni a distanza sui grafici e di trasmissioni a distanza delle oscillazioni pendolari ma, nonostante i risultati «talvolta sbalorditivi» da lui ottenuti, egli si compiace di dichiarare che è «il più scettico ed il più incredulo su queste manifestazioni delle capacità del corpo umano».

Se facciamo astrazione dal successo personale ottenuto dal comm. Zanella ed esaminiamo i risultati scientifici che si sono conseguiti, dobbiamo tuttavia convenire che siamo sempre al punto di prima. Del resto, a me pare che la caratteristica della rabdomanzia sia quella di rimanere sempre allo stesso punto. Benché esista da molti e molti secoli, essa non riesce a diventar scienza. Il rabdomante, anche quando lascia la bacchetta e

il pendolo, è sempre un po' in trance: e non si sa mai con precisione se è davvero un ipersensibile, o un attore avido di mistero, o semplicemente un povero diavolo. Certo, nessuno tratta con maggior disinvoltura la scienza e si accontenta tanto facilmente di spiegazioni che non spiegano nulla. Nei rapporti con la scienza, il raddomante è come i cercatori del moto perpetuo e della quadratura del circolo.

Il comm. Luigi Zanella non ha titoli di studio e dice di essere un modesto amatore senza pretese ma in realtà è tutt'altro che senza pretese. Egli è convinto che la raddomanzia si debba integrare con nozioni geologiche, idrografiche, topografiche, botaniche. La geologia infatti serve moltissimo «per stabilire a priori la possibilità dell'esistenza di correnti sotterranee». Per questa ragione, egli non perde mai tempo «a cercare l'acqua

nel centro di una zona a struttura basaltica» ma la cerca nei punti di contatto con altre rocce. «La geologia serve benissimo per una identificazione attraverso cognizioni stratigrafiche che stabiliscano a priori determinati spessori di determinati strati, le qualità di rocce bibule o impermeabili, gli strati di argilla, amici accompagnatori dell'acqua, le arene, o le morene, con le diverse stratificazioni di diverse epoche geologiche che le accompagnano». Le cognizioni idrologiche possono mirabilmente servire a determinare la profondità delle correnti sotterranee; ed è evidente che, per la ricerca delle acque, è utile la conoscenza delle piante che prosperano soltanto in terreni umidi e degli insetti che vivono soltanto in quelle zone.

Fin qui, come si vede, niente di misterioso e di assurdo: Zanella si vale, sia pure empiricamente, del metodo geologico, la cui importanza è ricono-

sciuta da tutti i cultori di geofisica mineraria.

D'accordissimo col simpatico organizzatore del Congresso internazionale di Verona ci troviamo pure a proposito della parte «importante, se non preminente» che, nei così detti fenomeni rabdici, ha l'autosuggestione. Osserva il comm. Zanella che quando un raddomante è... in attività di servizio, si trova già «in quello stato di attenzione subansiosa nella quale entra la suggestione»; e aggiunge che questo stato suggestivo è indispensabile per la buona riuscita del responso raddomanico, altrimenti la signorina Del Pio, per esempio, che è presa da lieve tremito davanti alle falde acquifere e ai giacimenti minerari, dovrebbe «camminare per le strade tremolando continuamente». Ma i fatti che egli cita e che, come dice lui stesso, «se non vengono a frantumare definitivamente, e in pieno, tutte le questioni rabdiche, vengono

senz'altro a modificarne molti aspetti ed anche molte conclusioni», a me sembrano gravi. Un collaboratore dello Zanella gli porta la copia di un brano di una rivista francese in cui è detto che, ripetendo un esperimento di Larvaron di Rennes, sul rovescio invece che sul palmo della mano, le manifestazioni s'invertono «non soltanto nel senso rotatorio o oscillante, ma anche nel tipo delle dita». Zanella si mette subito al lavoro e l'esperimento riesce «completamente e in maniera quasi sbalorditiva». Il collaboratore gli rivela allora che il brano della rivista era un trucco; ma lo strano è che, passato al prof. Casu il brano della pseudo-rivista, anche lui ottiene esito positivo. Si vede che è verissimo che i raddomanti vogliano darla a bere ma sono tutt'altro che astemi. Sono come quel lottista che disse di aver visto in sogno un uomo con la barba, il quale gli diede tre numeri,

dicendogli: «Giocali alla ruota di Palermo e vincerai». Era una frottole ma tutti giocarono; senonché all'atto della chiusura del gioco, il lottista fu preso da uno scrupolo: «Se uscissero?»: e giocò anche lui.

La bacchetta del raddomante segue dunque passivamente la volontà dell'operatore, almeno in certi casi. Chi ci assicura che non sia sempre così? A priori non si può escludere che il raddomante abbia un'ipersensibilità che gli consentirebbe di avvertire la presenza di acqua, di petrolio o di ferro; ma dove sono le prove? Le prospezioni a distanza sono, secondo me, prove negative. Me ne dispiace per lo Zanella, che mi ha mandato vari incartamenti con certificati e testimonianze, ma i responsi su grafici egli li avrebbe potuti dare benissimo senza ricorrere alla raddomanzia, essendo il frutto del metodo scientifico che egli

stesso raccomanda come complemento di quello rabdomantico. Egli raccomanda pure di non applicare le cognizioni geologiche e idrologiche delle regioni da esplorare durante gli esperimenti rabdomantici, né sub-coscientemente né per suggestione; ma quali precauzioni ha preso per riuscirvi? Occorreva non guardare nemmeno il grafico: e allora non si sarebbe avuto nessun risultato. Tra un grafico di una regione, fatto a penna o col lapis e la natura della regione non ci può esser alcun rapporto di natura fisica. Si può ammettere che da un terreno vengano fuori delle onde ma è assurdo pensare che dal grafico possano venire fuori le stesse onde che verrebbero fuori dal terreno. Le varie ipotesi che si son fatte a Verona per spiegare il fatto non meritano di esser prese in considerazione.

I vari rapporti (ne ho sott'occhio una trentina) presentati al Congresso di Verona – lo confesso – non mi hanno interessato. Sono pieni di affermazioni vaghe e arbitrarie e rivelano un'incomprendibile mancanza di senso scientifico. Volta ripeterebbe il giudizio che diede a proposito degli esperimenti del raddomante Bléton: «Riguardo ai fenomeni del bletonismo, o dei cosí detti acquari, è inutile ch'io vi ripeta che non li ho mai creduti e che non potrò mai indurmi a crederli veri». (Come mai il prof. Giuseppe Favaro, che ha parlato al Congresso degli esperimenti di Bléton in una lettera di Antonio Scarpa, non ha sentito il bisogno di fare i conti con Volta, che, in materia di elettricità, è senza paragone piú autorevole di Antonio Scarpa? E poi perché dare importanza a una breve notizia?).

Il torto dei raddomanti convenuti a Verona è stato quello di dare per dimostrata l'esistenza dei fenomeni raddomantici come fenomeni di natura occultistica e di non aver pensato che gli scienziati in generale a questi fenomeni non ci credono, e in ogni caso li considerano senza meraviglia, come effetti di autosuggestione e forse di ipersensibilità. A Congresso finito, si deve riconoscere che il metodo raddomantico, se esiste, è il meno sensibile e il meno preciso dei metodi di prospezione mineraria. Nel Parmense i raddomanti non hanno potuto dare nessuna indicazione utile: hanno mostrato di sapere meno di quanto se ne sapeva prima.

Non è possibile – e non sarebbe divertente – analizzare le varie relazioni. Mi limiterò a qualche osservazione. Raimondo Gemma, raddomante di Roma, il quale ha fatto una comunicazione intito-

lata: «Radiazioni terrestri, loro caratteristiche ed analogie coi Raggi Röntgen», crede che dalla terra emanino dei «raggi magnetici», i quali sarebbero dei raggi X molto penetranti. Egli si accorge tuttavia che «un ostacolo grave, che comprometterebbe seriamente questa ipotesi, sarebbe rappresentato dalla difficoltà di concepire come possa avvenire la produzione di raggi Röntgen ultra-penetranti in un mezzo che non sia il vuoto molto spinto», ma non si perde d'animo. «Come spiegare dunque – egli risponde – i numerosissimi fenomeni osservati? E potremmo negare noi alla Natura la possibilità di emettere delle radiazioni identiche a quelle che noi riusciamo ad ottenere nei nostri laboratori con mezzi modestissimi, disponendo di piccole quantità di energia che sono un pallido riflesso di quelle titaniche che ritroviamo negli elementi?». Con questa mentalità, tutti i

fenomeni si possono spiegare in un modo qualunque. Evidentemente quello che Gemma dice per i raggi ultra-X si potrebbe ripetere per qualsiasi altra radiazione. Come potremmo proibire noi alla Natura di emettere, nelle circostanze più straordinarie, le radiazioni più impensabili?

Di Caccamo Gioachino di Trapani dice che conosce «il fenomeno Rabdomante» a mezzo di un altro studio. Egli studiava «il fenomeno della gravitazione della terra per trarne fuori il motore senza combustione, giustamente come risulta nella pubblicazione del *Giornale di Sicilia* in data 16 febbraio 1930»: e ci è riuscito con un congegno semplicissimo. «Sia quello del motore senza combustione, che quello della «Rabdomanzia» sono due congegni *molto praticissimi*».

Un certo interesse presenta la relazione del dott. Angelo Perduca di Caglio (Como), in cui, tra

molte affermazioni antiscientifiche, c'è forse qualcosa di serio. Il Perduca ha studiato su se stesso con molta cura i fenomeni rabdomantici; e, per quanto non sia riuscito a ottenere risultati propriamente scientifici (nessuna società scientifica avrebbe il coraggio di pubblicare la sua relazione), pure dà l'impressione che egli abbia una non comune sensibilità per le radiazioni infrarosse. Se le sue affermazioni fondamentali saranno confermate, dico i fatti che egli dice di aver constatato, perché delle sue idee teoriche non è il caso di tener conto, si può credere che il fenomeno rabdomantico esista e che sia dovuto a un'eccezionale sensibilità per le radiazioni infrarosse (o ultrarosse che si vogliano dire). Queste radiazioni emanano certamente anche dal suolo; e se ci fossero persone capaci di avvertirne le variazioni, dato il calore specifico elevato

dell'acqua, non si può escludere che possano avere qualche utilità nelle ricerche di acqua.

Il dott. ing. Giuseppe Colacicco, direttore del Consorzio di Bonifica e Trasformazione fondiaria del Tavoliere Centrale – Foggia, ha parlato della disciplina delle ricerche raddomantiche, mostrando con numerose documentazioni, che le indicazioni dei raddomanti portano sempre ad insuccessi quando sono in contraddizione con le indicazioni geologiche giacché «la presenza di vuoti, l'alternanza di strati, la presenza di un grosso trovante, una corrente di aria o di gas nel sottosuolo ed altre cause non facilmente precisabili producono nel raddomante gli stessi fenomeni di una corrente acquifera». Secondo l'ing. Colacicco, le indicazioni dei raddomanti dovrebbero perciò essere sempre accompagnate da una relazione geologica. Per quanto in questa relazione non si

parli che di insuccessi raddomantici, è ammessa l'esistenza del fenomeno raddico; ma purtroppo non se ne danno le prove. E se si pensa che di prove decisive, in base a serie esperienze scientifiche, non ne ha dato nessuno dei congressisti, non resta che aspettare queste prove. Il comm. Zanella deve pure convenire che non si può parlare di successo fino a che l'esistenza stessa dei fenomeni raddomantici possa esser messa in discussione, e dovrebbe cercare consensi nel campo scientifico. In Italia non mancano fisici valorosi che potrebbero dimostrare sperimentalmente se i fenomeni raddomantici esistano o no: e questo qualunque sia la loro natura. Occorre però prima di tutto abbandonare alle fattucchiere la ricerca delle cicatrici e delle malattie occulte e le prospezioni a distanza. Se no, saremo sempre daccapo.

INDICE DEI NOMI

Abetti

Accademia (Accademici) del Cimento

Accademia della Crusca

Adrasto di Afrodisia

Agostini

Agostino (Santo)

Aldini

Alhazen

Alidel

Aliotta

Almagià

Amaduzzi

Amendola

Amerio

Ampère

Anderson

Anfossi

Archimede

Argentieri

Aristarco di Samo

Aristotele

Arnò

Babbage

Bacone Francesco

Badoglio

Baglioni

Banfi

Banti

Barberini Maffeo, vedi Urbano VIII

Barbulescu

Bargagli Petrucci

Barlow

Barricelli

Bartoli Daniello

Beaumont

Beccaria Giambattista

Becquerel Henry

Becquerel Jean

Bellarmino

Bellati

Belli

Bellini

Beltrami

Benassi

Benda

Benedetti

Bergson

Berkeley

Bertrand

Betti

Bianchi Luigi

Biancoli

Bilancioni

Blackett

Bléton

Boffito

Bohr

Bolyai

Bongioanni

Bonomelli

Bonucci

Borda

Borelli

Borgese

Bortolotti Ettore

Boscovich

Bottazzi

Boyle

Bradley

Brahe Tycho

Branly

Brunetti Rita

Bruno

Bunsen

Buonarroti Michelangelo

Burali-Forti

Calcagnini

Calvi

Calzecchi Onesti

Cantone

Caramella

Cardano

Carletti

Carnot Lazzaro

Carnot Sadi

Cartesio

Carusi

Cassini

Castelli Benedetto

Castelnuovo

Castiglioni Arturo

Casu

Cattaneo

Cavalieri

Cauchy

Cayley

Cermenati

Chaumat

Chwolson

Cigoli (Lodovico Cardì)

Clifford

Colacicco

Compton

Cook (miss)

Copernico

Corbino

Corsini

Coulomb

Cristina di Lorena

Crocco

Croce

Crookes

Curie Irene

Curie Sklodowska Maria

Curie Pietro

Cusano

D'Alembert

Danesi

Dati

De Blasi Jolanda

De Broglie Louis

De Broglie Maurice

De Forest

Dehn

De La Rive

Della Francesca Piero

De Lorenzo

Del Pio

De Ruggiero

De Sanctis

De Sitter

Despretz

Desprez

De Torri

Di Caccamo

Dionigi l'Areopagita

Dirac

Dive

Dolivo-Dobrowolsky

Dollond

Donati G.B.

Donati Luigi

Doppler

Dottori parigini

Du Bois Reymond

Duford

Duhem

Dumas

Dumoulin

Edison

Einstein

Elster

Emanuelli

Enriques Federigo

Eraclide Pontico

Ettingshausen

Euclide

Eve

Fabroni

Falqui

Faraday

Fatio

Favaro Antonio

Favaro Giuseppe

Fedele

Felici

Fermi Enrico

Fermi Stefano

Ferrario

Ferraris

Filolao

Fizeau

FitzGerald

Fleming

Fonda

Foucault

Franklin

Fresa

Fresnel

Freud

Froment

Fusinieri

Gale

Galilei Vincenzo

Galilei Galileo

Galvani

Gamow

Garbasso

Gaulard

Gauss
Geithel
Gemelli
Gemelli-Careri
Gemma
Gentile
Gérard
Geymonat
Gherardi
Ghinassi
Giacomelli
Gianfranceschi
Gibbs
Gilbert
Giordano
Giorgi
Giraudoux
Girolamo (San)

Gliozzi

Gockel

Goethe

Goudsmit

Goukowski

Govi Gilberto

Gramme

Grassi Guido

Grassi Orazio (Lotario Sarsi)

Grimaldi

Guéry

Guglielmini

Hall

Hallwachs

Heaviside

Hegel

Heisenberg

Helmholtz

Herschel

Hertz

Hess

Hilbert

Hittorf

Hoffmann E. Th. A.

Hofmann A. G.

Holtz

Home

Hoppe-Seyler

Huggins

Hughes

Huyghens

Invrea

Ipparco

Jamin

Joliot

Joule

Kant

Kelvin

Kenelle(vedi Gramme)

Kennelly

Keplero

Kerr

Kirchhoff

Klein

Kohlhörster

Krug

Kutta

Lagrange

Laignel-Lavastine

Lanchester

Lanci

Langevin

Laplace

La Rosa

Larvaron

Lattanzio

Lavoisier

Lebedew

Leduc

Leibniz

Lenard

Leonardo da Vinci

Le Verrier

Levi-Civita

Libri

Lie

Lilienthal

Lioy

Lobacevskij

Lodge

Lombardo-Radice Giuseppe

Lorentz

Lori

Loria Gino

Lo Surdo

Lummer

Lutero

Macaluso

Mach

Magalotti

Maggini

Magiotti

Majorana Quirino

Manetti

Manzoni

Marcelin

Marcolongo

Marconi

Maria Celeste (Suor)

Marino Giovan Battista

Mariotte

Matteucci

Mayer

Maxwell

Melantone

Melloni

Melsens

Mersenne

Meyerson

Michelson

Mieli

Millikan

Modigliani

Moissan

Montalenti

Morley

Mossotti

Munk af Rosenschöld

Murri

Naccari

Nallino G.A.

Napoleone I

Negri

Nernst

Neumann

Newton

Nicodemi

Nicolini

Nobili

Nogali

Nysten Ortensia

Occhialini

Oersted

Oriani

Ostwald

Pacini

Pacinotti Antonio

Pacinotti Luigi

Paolo (San)

Papini

Pascal

Passignano

Pasteur

Pastorino

Pauli

Pavese Roberto

Pawlow

Peano

Péladan

Pelaez

Perduca

Périer

Perrin Jean

Piccard

Pitoni

Piumati

Planck

Platone

Plücker

Poggiali

Poincaré

Popoff

Prandtl

Preece

Puccianti

Raman

Rambelli

Ravaisson-Mollien

Redi

Regener

Regiomontano

Renieri

Revessi

Reymers

Reymond

Reynolds

Ricci

Richardson

Richet

Riemann

Righi

Rignano

Rimini

Ritz

Roiti

Rolla

Romagnosi

Ronchi

Röntgen

Rossi Bruno

Rutherford

Sabachnikoff

Sagnac

Sarsi: vedi Grassi Orazio

Sarton

Scarpa

Scheiner

Schiaparelli

Schrödinger

Schuster

Séailles

Secchi

Sellerio

Serenai

Servadio

Servien Coculescu

Silva

Solari

Solmi Edmondo

Solovine

Somigliana

Sommerfeld

Sorbelli

Spaini

Spallanzani

Spaventa Bertrando

Spinoza

Spirito

Steinmaur

Stifel

Stokes

Stoletov

Stoney

Stoppani

Störmer

Straneo

Suida

Tassoni

Telesio

Tesla

Thomson J.J.

Thovez

Tilgher

Tolomeo

Torricelli Evangelista

Torricelli Jacopo

Tommaseo

Tommaso d'Aquino

Trabacchi

Turazza

Uccelli Arturo

Uccelli Plinio

Uhlenbeck

Urbano VIII

Vacca

Vailati

Van Marum

Venturi Adolfo

Verga Ettore

Veronese

Vico

Viviani

Volta

Volterra 270.

Waismann

Welerstrass

Wiedemann

Wildon Carr

Wilson

Wittgenstein

Wolf R.

Zaleski

Zammattio

Zanella Luigi

Zeeman

Zenone