

REGIA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA

ANNUARIO

DELL' ANNO SCOLASTICO 1913-914

ANNO DCXI DALLA FONDAZIONE



ROMA

TIPOGRAFIA DITTA F.lli PALLOTTA

Via del Nazareno, N. 14

...
1914

Antiche e moderne vedute sulle leggi naturali

DISCORSO INAUGURALE

DEL

Prof. GUIDO CASTELNUOVO



La scienza della natura nacque il giorno in cui l'uomo, vinte le prime lotte contro le avversità degli esseri e delle cose, potè rivolgere lo sguardo contemplatore alla terra ed al cielo e riconoscere il regolare avvicinarsi dei fenomeni.

Lo spirito osservatore e paziente dei popoli orientali era atto a raccogliere un primo gruppo di fatti; ma l'albero rigoglioso non sarebbe sorto dal seme, se questo non fosse caduto nella regione divina bagnata dall'Ionio e dall'Egeo. Al popolo greco la natura aveva concesso tutte le doti più preziose per l'altissimo compito: lo spirito filosofico che coordina le nozioni acquisite dai sensi e indaga la ragione delle cose; il sentimento artistico che nell'apparente disordine sa cogliere le armonie e fissarle in formole eterne.

Con uno slancio che ancor oggi ci sorprende, i più svariati rami del sapere compiono, in un sol secolo, mirabili progressi. Grazie a Pitagora e alla sua scuola la geometria perviene ad un grado elevato di perfezione, l'astronomia si libera da antichi pregiudizi ed affronta il problema del moto della terra, la fisica raccoglie le prime gemme della sua corona. I fenomeni dell'universo si piegano docilmente al numero che, per i pitagorici, è l'essenza delle cose. Pur attraverso alle nebbie del misticismo, questa scuola pone le basi dello studio della natura. Se l'indirizzo da essa segnato fosse stata proseguito, alla Grecia

saremmo debitori di scoperte, che formano il vanto degli scienziati del Rinascimento.

Ma nel successivo secolo di Platone le discipline speculative godono maggior favore che quelle ove ha parte l'osservazione. Si direbbe quasi che l'esuberante sviluppo della geometria abbia nociuto in quell'epoca al progresso delle scienze consorelle. La potenza del metodo deduttivo, che sembra atto a creare dal nulla la dottrina dello spazio, la scoperta di proprietà del continuo che sfuggono all'esperienza e contraddicono all'ingenuo atomismo dei pitagorici, gettano il discredito sopra le nozioni fornite dai sensi. « I sensi ci ingannano; la verità si trova al di fuori e al disopra del mondo dei sensi. » Questa tesi della scuola di Elea ha un'eco profonda nello spirito di Platone. Le sue critiche più acerbe sono dirette contro l'empirismo. Sull'esperienza, sull'osservazione non può fondarsi che una conoscenza inferiore, inetta a fornirci l'assoluta certezza. Non è col far violenza alla natura che riusciremo a svelarne i segreti. Ma solo indagando in ogni cosa l'ordine più perfetto, e lasciandoci guidare dalle finalità estetiche, potremo aspirare a comprendere le ragioni dei fenomeni, ed a costruire una scienza fisica degna di procedere a fianco della geometria.

Contro questo ideale irraggiungibile, che avrebbe arrestato in eterno il progresso delle scienze naturali, sorge il maggior discepolo di Platone, Aristotele, il quale non risparmia al maestro il rimprovero di prestar più fede al ragionamento che all'osservazione, e denuncia il commercio esclusivo coi concetti come un grave pericolo per il naturalista. Però questi pensieri degni di un filosofo del Rinascimento non impediscono al sapiente Aristotele di lasciarsi traviare dalle seduzioni della dialettica e di imprimere, colla sua immensa autorità, alle scienze fisiche un indirizzo infecondo. Fu detto che allo sviluppo di queste discipline devono cooperare due fattori: idee ed osservazioni; le idee sole conducono a speculazioni sterili, le osservazioni sole non for-

niscono un sapere organico. Nessuno dei contemporanei di Aristotele era più di lui valente osservatore; nessuno avrebbe potuto rimproverarlo di povertà di idee. Ma queste due doti, per una singolare attitudine della sua mente, anziché prestarsi un reciproco aiuto, si nuocevano a vicenda. Empirista, dove lo spirito metafisico non premeva, egli riuniva con assidua cura i fatti grezzi, senza assoggettarli alla depurazione necessaria per trasformarli in fatti scientifici. Quando invece la dottrina aprioristica lo trascinava, egli ne accoglieva le conseguenze più strane, e non si curava di sottoporle a quelle elementari esperienze, che ne avrebbero subito dimostrato la falsità.

Dall'autorità di Aristotele lo spirito greco ha tentato di liberarsi. I due maggiori scienziati che siano vissuti nei paesi dove si parlava la lingua dell'Ellade, Archimede ed Ipparco, hanno insegnato un secolo dopo come l'osservazione sorretta dal ragionamento, ma libera da pregiudizi di scuola, possa condurre a immortali scoperte nel campo della fisica e dell'astronomia. Ma trecento anni di ininterrotta indagine avevano esaurito le forze creatrici di quel popolo, che pareva destinato a eterna giovinezza, e se le opere dei maestri erano ancora comprese, mancava chi fosse in grado di proseguirne le scoperte.

Ad esse si ispirano, 18 secoli più tardi, i sapienti del Rinascimento. Pur dalla filosofia di Pitagora e di Platone essi traggono un alito di vita: la fede nell'armonia dell'universo, nell'esistenza di leggi semplici ed eterne che reggono i fenomeni naturali.

I fatti più complessi devono trovare una spiegazione così perspicua che, appena sia rivelata, svaniscano le nebbie e la luce dell'evidenza appaia anche ai più increduli. Lo spirito dei nuovi tempi esige però che la spiegazione non si basi soltanto su considerazioni aprioristiche, come voleva Platone, ma debba piegarsi ai dati dell'esperienza e dell'osservazione. Il sentimento

estetico di semplicità guida lo scienziato nell'interrogar la natura; ai responsi di questa egli dovrà docilmente adattarsi.

È la fede nell'armonia dell'universo che sostiene Keplero durante i penosi calcoli pazientemente proseguiti alla ricerca della più semplice curva, che contenga le posizioni occupate da Marte nel suo giro attorno al sole. È la stessa fede che suggerisce a Galileo varie ipotesi intorno alla caduta dei gravi, e lo guida infine a scoprire la legge che concorda colle osservazioni. Ed in epoca a noi più vicina, lo stesso Laplace adduce la semplicità come indizio della verità di una legge fisica.

Queste ragioni sentimentali hanno anche oggi valore per noi. Senonchè la giustificazione è diversa. Non abbiamo più la pretesa di penetrar la ragione delle cose, non osiamo più affermare che motivi estetici abbiano presieduto alla creazione, all'ordinamento dell'universo, e giovino quindi a rivelarne la più fedele interpretazione. Con veduta più pratica pensiamo che quei motivi di semplicità e di armonia siano elementi necessari per costruire la scienza. Non potrebbe questa estendersi senza limiti, se non cercassimo di stabilire legami sempre più stretti tra i fenomeni, e di dedurre l'insieme di questi da alcuni fatti elementari obbedienti a leggi semplici e precise. Solo per effetto dell'economia di pensiero che così si raggiunge, il nostro sguardo riesce ad abbracciare un orizzonte che va ogni giorno allargandosi.

Non dobbiamo dimenticare però che il valore economico di una teoria dipende in gran parte dal momento in cui essa sorge e dalle attitudini mentali di chi la propone. Così si spiega come ragioni analoghe di semplicità vengano addotte da Aristotele per sostenere la immobilità della terra, e da Copernico e Galileo per renderne plausibile il moto. E si comprende pure come, in una stessa epoca, le ipotesi che si pongono a base di una teoria fisica possano soddisfare in grado diverso alle esigenze dei vari scienziati, ed anche alle diverse facoltà di uno stesso pensatore,

È significativo a questo proposito l'atteggiamento di Newton di fronte alla sua immortale scoperta. Nei *Principia* parla il fisico prudente, che si muove nel campo della scienza positiva, e non introduce ipotesi che non siano strettamente necessarie. Egli insegna anzi un metodo concreto per rintracciare la semplicità attraverso ai veli che la nascondono. Il fenomeno che cade sotto ai nostri sensi potrà invero esser complesso. Ma se cerchiamo di risalire dagli effetti alle cause, dai movimenti visibili alle forze che li producono, troveremo di solito che queste obbediscono a leggi semplici e precise. Le orbite dei pianeti, osservate coi mezzi progrediti di cui l'astronomia moderna dispone, non presentano la regolarità che Keplero aveva annunziato; ma la forza che imprime quei movimenti ubbidisce alla notissima legge della gravitazione. Lo spirito matematico di Newton è soddisfatto quando egli ha scritto, come oggi diremmo, la equazione differenziale del fenomeno, e ne ha dedotto le principali conseguenze. Ma la mentalità filosofica del fondatore della meccanica celeste non si acqueta ancora, e cerca di ricondurre la misteriosa attrazione al giuoco di fenomeni noti.

« Pensare » scrive Newton ad un amico « che la gravità sia innata, inerente, essenziale alla materia, in tal guisa che un corpo possa agire sopra un altro a distanza, attraverso il vuoto, senza l'intermediario di qualche sostanza col cui mezzo l'azione possa esser trasmessa dall'uno all'altro, è per me un'assurdità così grande, che io non credo possa mai cadervi un uomo che abbia attitudine alla ricerca filosofica ».

La critica, che negli ultimi quarant'anni ha tentato di sceverare in ogni questione i dati della scienza positiva dalle sovrastrutture metafisiche, ha combattuto aspramente questi temerari tentativi di spinger lo sguardo al di là dell'esperienza, di spiegare le apparenze sensibili mediante ingranaggi che in eterno potranno rimanere nascosti. Ma questa critica, pur benefica nel

liberarci dal peso di tante questioni vane o mal formulate, è andata oltre lo scopo che si era prefisso, e nello sforzo di operare brutalmente una separazione fra due domini ove il confine è mutevole, ha corso il rischio di colpire la stessa fisica, prosciugandone le sorgenti.

Fu detto che non v'è errore ove non brilli una scintilla di verità. Con maggior ragione potremmo affermare non aver avuto corso in fisica una ipotesi, la quale al disotto delle parvenze vaghe, irriducibili a forma scientifica, non nascondesse qualche seme fecondo. Respinger la ipotesi per colpa del suo aspetto metafisico, come quella critica avrebbe preteso, voleva dire distruggere, insieme all'involucro difettoso, il germe vitale in esso racchiuso.

Tale sorte sarebbe toccata all'atomismo, se la fede dei fisici non fosse stata più forte dello scetticismo dei critici. Pochi anni or sono, mentre questi dirigevano le loro frecce contro la ipotesi della costituzione molecolare della materia, e contro la stessa teoria atomica, che ha pur reso possibile l'immenso sviluppo della Chimica moderna, nei laboratori di fisica si preparavano quelle memorabili esperienze che riuscivano a ricondurre gli atomi quasi sotto il dominio dei sensi, a pesarli, a contarli, a dimostrarne la realtà in modo inconfutabile.

Il trionfo dell'atomismo costituisce una delle maggiori conquiste della scienza contemporanea. Permettetemi dunque che io accenni rapidamente a qualche idea geniale che lo ha reso possibile, a qualche conseguenza filosofica che da esso deriva.

La ipotesi che la materia sia costituita da innumerevoli particelle, animate da un eterno movimento, è tra le più antiche che la Fisica ricordi. Proposta da Leucippo e Democrito, quattro secoli avanti Cristo, cantata da Lucrezio, soggetto di interminabili dispute tra le varie scuole filosofiche, essa cominciò ad assumere

forma scientifica solo nel secolo XVIII, quando Daniele Bernoulli cercò di spiegare la pressione esercitata da un gas sulle pareti di un recipiente mediante gli urti che queste subiscono dalle molecole del gas ivi contenuto. Mancavano però ancora i mezzi per tradurre in numeri il problema. A provveder questi mezzi si adoperarono, in campi diversi, la teoria atomica dei chimici e la teoria meccanica del calore. Son ricerche ormai classiche, sulle quali non mi fermerò per amore di brevità. Ma non posso sorvolare sulla idea geniale che condusse il Maxwell nel 1859 ad applicare i metodi della statistica allo studio dei gas, idea la cui immensa fecondità è apparsa in questi ultimi anni, grazie ai lavori di Boltzmann, Gibbs ed altri ricercatori. Mentre oggi tanto si parla di applicazioni della meccanica alle scienze economiche, mi par giusto ricordare come queste giovani discipline abbiano alla loro volta suggerito dei metodi, che son valsi ad aprire nuovi orizzonti alla gloriosa meccanica.

Chi volesse, coi procedimenti classici di questa scienza, determinare il moto delle singole molecole costituenti un gas e valutare gli effetti dei loro reciproci urti, andrebbe incontro a complicazioni inestricabili. Non basta. Quando pure riuscissimo a seguire ogni molecola nel suo intricato cammino, non potremmo sottoporre questa analisi ad una verifica sperimentale, giacchè coi nostri strumenti sappiamo bensì constatare le particolarità fisiche della massa del gas, non però quelle di ogni singola particella. Noi ci troveremo nelle stesse condizioni di un sociologo il quale, per prevedere le successive fasi di un movimento sociale, si credesse obbligato a studiare la psicologia di ogni singolo individuo, e pretendesse poi di trarre delle conclusioni sintetiche intorno all'effetto di tante svariate aspirazioni.

Ben diversamente procede il sociologo. Egli divide gli individui in pochi gruppi o partiti, composti di persone aventi affinità di opinioni, di fortuna, o di età, cerca di valutare le forze

dei vari gruppi, e di prevedere le reazioni che questi eserciteranno l'uno sull'altro. In modo analogo opera Maxwell sulle molecole di un gas. Egli forma i singoli gruppi colle molecole che posseggono in un dato istante velocità comparabili, e si propone di stabilire come il numero delle molecole dipenda dal valore della velocità. A prima vista il problema sembra insolubile, perchè la statistica non ha ancora insegnato un mezzo per fare il censimento delle molecole. Ma qui soccorre quel prezioso strumento che è il calcolo delle probabilità. Riprendo, per maggior chiarezza il linguaggio delle scienze economiche.

Immaginate una società molto numerosa, ove la ricchezza sia distribuita a caso, e solo per effetto del caso le singole fortune si modifichino, come se i vari individui, liberati dalle preoccupazioni della vita, giocassero continuamente d'azzardo tra loro. Le diverse ripartizioni della ricchezza totale non si presenteranno, nel corso del tempo, colla stessa frequenza. Ciascuna ripartizione si ripeterà più o meno spesso, secondo che maggiore o minore sarà la probabilità che essa si verifichi; come in un giuoco d'azzardo le combinazioni più probabili si riproducono più frequentemente delle altre. La ripartizione di ricchezza più frequente o più stabile è quella cui corrisponde la probabilità massima. Il calcolo delle probabilità ci insegna il modo di prevederla.

Ritorniamo ora al gas considerato da Maxwell, e supponiamo che la temperatura in esso sia uniforme, ed il recipiente ove è contenuto sia sottratto ad ogni influenza esterna. La distribuzione delle velocità tra le molecole del gas è allora stabile, in senso statistico; cioè il numero delle molecole dotate di una determinata velocità rimane presso a poco costante. Questa distribuzione deve aver dunque la probabilità massima, rispetto alle altre distribuzioni di velocità concepibili. Tanto basta perchè noi siamo in grado di determinarla con mezzi teorici.

Si può dare una idea del risultato senza far uso di formole.

Immaginate per un momento che tutte le molecole del gas fossero riunite in uno stesso punto, e di qua partissero contemporaneamente nelle varie direzioni, colle diverse velocità che ad esse spettano. Le posizioni raggiunte dopo un tempo brevissimo formeranno nello spazio una certa costellazione. Osserviamola contro un piano; noi dovremmo vedervi, se la legge di Maxwell è esatta, la stessa figura che presenta un bersaglio colpito da numerosi tiratori di pari abilità.

Non so dirvi se il Maxwell, quando enunciava questa singolare ed impreveduta analogia, fosse molto tranquillo di vederla confermata un giorno dall'esperienza; od anche se immaginasse che l'esperienza potesse mai compiersi. Le molecole sono così piccole da sfidare la potenza dei microscopi presenti e forse futuri. Ma le risorse della fisica sperimentale sono inesauribili. Come possiamo constatare i lievi movimenti dell'aria di una stanza osservando la ridda dei pulviscoli illuminati da un raggio di sole, così i moti delle molecole di un fluido sono rivelati dall'agitazione di particelle diffuse nel fluido, anch'esse estremamente piccole, ma tuttavia di dimensioni sufficienti per non sfuggire ai nostri mezzi di indagine. Le esperienze condotte, quattro anni or sono, dal Perrin con rara abilità, hanno confermato anche nei più lievi particolari le previsioni di Maxwell, ed hanno dissipato i dubbi che erano stati mossi contro tutto l'edificio della teoria molecolare dei gas. Quelle esperienze hanno anzi permesso di calcolare i dati numerici relativi alle molecole, e di verificare finalmente una celebre legge che, con vero atto di divinazione, Amedeo Avogadro aveva, or è un secolo, posto a base della teoria atomica.

L'equilibrio statistico di Maxwell si presenta in un gas a temperatura uniforme, e vien turbato se noi, riscaldando una parte del gas e raffreddando l'altra, produciamo un dislivello termico. Allora alcune delle molecole vengono accelerate, altre ri-

tardate, e la distribuzione di velocità molecolari perde il carattere di stabilità che aveva. Ma appena cessata la causa perturbatrice, per uno di quei fenomeni di compenso, cui i cultori della statistica sono avvezzi, il sistema tende spontaneamente a riprendere lo stato iniziale e l'uniformità di temperatura si ristabilisce.

È questa la interpretazione, nella teoria cinetica dei gas, di un fatto notissimo che si verifica quando si trovano in presenza due corpi di temperatura diversa. Il corpo caldo cede parte del suo calore al corpo freddo, finchè le temperature si livellano; ed il passaggio avviene spontaneamente, mentre il passaggio inverso, che permetterebbe di elevare la temperatura del corpo caldo raffreddando ulteriormente il corpo freddo, non può ottenersi senza spesa di energia o senza intervento di fenomeni compensatori. In questa osservazione, di cui il Carnot vide, un secolo fa, l'importanza, è contenuto uno dei principii fondamentali della fisica. Il principio di Carnot non fu però accolto senza riserve. Esso diede e dà luogo tuttora a innumerevoli discussioni, le quali si aggirano principalmente sopra due motivi.

L'uno, che riguarda l'avvenire dell'universo, è notissimo. Si sa che quasi tutta l'energia utilizzabile sulla Terra è frutto della differenza di temperatura tra il sole e il nostro pianeta. Ora se i dislivelli termici tendono a sparire, senza che ne sorgano dei nuovi, l'enorme energia di cui oggi disponiamo andrà via via degradando, fino al giorno in cui la uguaglianza di temperatura produrrà la paralisi di ogni macchina e la fine della vita. Contro questo infausto pronostico, che si estende a tutto l'universo, vari scienziati tentarono di ribellarsi, e indagarono se, come esistono compromessi alle leggi umane, vi siano accomodamenti anche colle leggi della natura.

È sul secondo motivo che si fondano queste speranze.

Il principio di Carnot occupa una posizione eccezionale di fronte ai postulati della meccanica, dai quali, tuttavia, si vorrebbe

dedurlo. Esso infatti rivela una tendenza dell'universo ad evolvere in un determinato senso, verso l'uniformità della temperatura, mentre le leggi fondamentali della meccanica sono indifferenti rispetto al senso in cui i fenomeni si svolgono. Se noi potessimo arrestare i pianeti nella loro corsa intorno al sole, ed invertire le velocità e le direzioni dei loro moti, essi docilmente percorrerebbero in senso opposto le stesse orbite, e tutti i fenomeni astronomici verificatisi da che il sistema planetario esiste si riprodurrebbero a rovescio; la storia del mondo solare sarebbe, in certo modo, invertita. Ora, se i fenomeni termici ubbidissero a leggi analoghe, accanto a sistemi ove il calore passa da un corpo caldo ad un corpo freddo, dovrebbero pure presentarsi sistemi ove succedesse spontaneamente il passaggio inverso. Ed è precisamente ciò che nega il principio di Carnot, fondato sui risultati di secolari esperienze. Esso pare adunque inconciliabile coi principii della meccanica. Eppure un accordo è possibile; sono le considerazioni statistiche che ne hanno suggerito la via.

Un'analogia felice permette di illuminare la questione meglio di qualsiasi ragionamento.

Se dopo aver sovrapposte in un vaso due polveri, di colore diverso, noi agitiamo il recipiente, le due polveri si mescoleranno in modo sempre più intimo, ed il colore del miscuglio tenderà a divenire uniforme. Anche in questo fenomeno si rivela una tendenza dall'eterogeneo all'omogeneo. Perchè non potremo ottenere il passaggio inverso? Perchè scuotendo opportunamente il vaso, non arriveremo a separare le polveri mescolate? Certo vi riusciremmo se il movimento fosse condotto con tale abilità, da far sì che ogni granellino seguisse a rovescio la via percorsa mentre si formava il miscuglio. Ma chi guiderà la nostra mano? Chi ci insegnerà a scegliere, tra le innumerevoli scosse che rendono più intimo il miscuglio, quelle pochissime che producono la separazione? Dovrebbe costui avere un'abilità pari a quella

di chi riuscisse a scoprire una minuscola gemma sperduta nelle sabbie del mare.

A considerazioni analoghe dà luogo il principio di Carnot. Esso sarebbe smentito se un gas a temperatura uniforme potesse spontaneamente scindersi in due parti, una più calda, l'altra più fredda; se adunque le molecole più rapide potessero riunirsi in una porzione del vaso contenente il gas, e le più lente nell'altra. Questa ripartizione, senza essere impossibile, è estremamente improbabile e quindi estremamente rara. Per vederla realizzata occorrerebbe aspettare dei miliardi di secoli e accontentarsi di trovare in difetto il principio di Carnot per una frazione di secondo.

Non è escluso tuttavia che qualche procedimento selettivo, di cui oggi non abbiamo idea, faciliti la separazione delle molecole rapide e lente, e produca lo squilibrio di temperatura, prezioso perchè capace di fornir lavoro meccanico. Vi son forse sulla nostra Terra degli esseri microscopici, cui questo compito sia affidato? O in qualche remoto angolo dell'Universo agiscono processi fisici che raggiungano lo stesso scopo? Saranno sufficienti questi mezzi, se pur esistono, per compensare la perdita di energia utilizzabile che l'universo senza posa subisce, e per accendere nuovi soli, mentre gli antichi via via si spengono? Colossali problemi, che forse in eterno attenderanno la risposta.

Il geniale tentativo di applicare i metodi statistici allo studio dei gas fu sfruttato in altri campi della fisica, e portò nell'ultimo decennio larga messe di risultati. La teoria delle soluzioni diluite e delle emulsioni si prestò ad una prima e spontanea estensione.

D'altra parte considerazioni di varia natura hanno suggerito l'opportunità di modellare sopra l'ipotesi atomica della materia teorie fisiche in apparenza molto diverse, ed hanno fornito altrettanti campi di applicazione ai concetti statistici. Così trova ogni giorno

conferma la ipotesi ardita, che risale ad Helmholtz, relativa alla struttura atomica dell'elettricità, grazie alla quale la carica di una particella elettrizzata sarebbe sempre multipla di una certa carica elementare, costituente l'atomo di elettricità. Ed una teoria analoga sta oggi formandosi per il magnetismo.

La stessa energia emessa sotto forma di luce e calore da un corpo incandescente avrebbe, secondo la recente ipotesi del Planck, una struttura corpuscolare, e non potrebbe crescere o diminuire se non per gradi discontinui.

Confermerà l'avvenire tutte queste vedute che discoprono il discontinuo, dove prima pareva regnasse la continuità? E se la struttura discontinua esiste realmente, non sarà essa ben più complessa di quel che oggi sospettiamo? La teoria atomica della materia è già abbastanza matura per rivelarci che l'atomo, lungi dall'essere quel corpuscolo indivisibile che il nome comporta, è a sua volta un mondo, costituito da elementi immensamente più piccoli, e governato forse anch'esso dalle leggi del caso.

Non posso, senza abusare della vostra pazienza, dilungarmi su queste nuove ipotesi, troppo recenti per aver trovato uno stabile assetto nella scienza. Ma vorrei farvi notare quale importanza filosofica abbiano i risultati già acquisiti, e come essi ci conducano a modificare lo stesso concetto di legge naturale, che la scienza dell'antichità e del rinascimento ci aveva tramandato.

Le leggi fondamentali dei gas, quali erano note al principio del secolo scorso, sono tra le più semplici che la Fisica possenga. Se i filosofi greci, se Keplero le avessero conosciute, ne avrebbero tratto nuovi argomenti per inneggiare all'armonia della natura, per concludere che tutto quel che accade nell'universo è retto da un ordine geometrico. E quando pure qualche anomalia fosse apparsa al loro esame, essi la avrebbero attribuita alla debolezza dei sensi, o ai difetti degli strumenti adoperati,

Oggi, con progrediti mezzi di indagine, abbiamo cercato di penetrar più addentro nel mistero delle cose, e con somma sorpresa ci siamo accorti che l'ordine era solo apparente, e nascondeva un caos governato dal caso. Non è dunque la imperfezione dei sensi che ci vieta di godere in tutta la sua pienezza l'armonia invocata dal nostro spirito; al contrario, è a quella imperfezione che noi dobbiamo di aver visto l'ordine dove il disordine regnava, come ad un osservatore troppo lontano l'agitarsi incompsto di una folla può apparire la disciplinata manovra di un esercito. Non per questo la nostra ammirazione è minore, ma ad esprimerla, più che l'inno degli antichi filosofi, sembra a lutto il linguaggio entusiasta dei primi cultori della statistica, sorpresi di trovare nei fenomeni demografici un ordine contrastante colla molteplicità delle cause perturbatrici.

Altre leggi di carattere statistico la Fisica ha scoperto negli ultimi anni e nuove conquiste nello stesso senso ci prepara certo la scienza dell'avvenire. Il dominio delle grandi e semplici leggi naturali, attribuenti ad un'unica causa molteplici conseguenze, è meno vasto di quel che pareva un secolo fa. Il nostro interesse vien ora attratto verso la valutazione degli effetti risultanti dal concorso di innumerevoli e minuscole cause. Anche questi effetti di media posson darci la stessa impressione estetica di armonia, che i fenomeni grandiosi della natura sogliono destare in noi. Ma qui l'armonia è illusoria. Se la constatiamo, è perchè la legge dei grandi numeri e la debolezza dei nostri sensi si accordano nel nasconderci le mutevoli irregolarità, finchè metodi più potenti non riescano a scoprirle.

Ad un occhio più acuto del nostro l'universo sembrerebbe verosimilmente ben più complesso di quel che noi lo immaginiamo. Fortuna volle che i sensi imperfetti nascondessero ai primi contemplatori del mondo tante anomalie, che si son rivelate più tardi, ed hanno costituito, per dir così, i successivi piani del qua-

dro. La costruzione della scienza sarebbe stata immensamente più lenta, se questa prospettiva fosse mancata, ed i primi osservatori, con lo sguardo penetrante ma inesperto, avessero attribuito lo stesso valore agli oggetti vicini e lontani.

Le leggi statistiche della fisica posseggono certe particolarità che le distinguono dalle altre leggi naturali note sinora. Esse non hanno il carattere intessibile che sogliamo attribuire a queste. Senza dubbio esse si verificano con una probabilità che rasenta la certezza; ma se una volta le trovassimo in difetto, non potremmo nè tacciarle di falsità, nè invocare una causa soprannaturale, come lo statista non attribuirebbe ad un sovvertimento dell'ordine normale la mancata verifica di una previsione demografica. Esse posseggono inoltre degli organi compensatori, che rendono transitoria ogni violazione alla legge, e tendono a ristabilire la regolarità statistica, quando venga turbata. In questa tendenza, che segna la direzione in cui l'universo spontaneamente evolve passando da uno stato ad un nuovo stato più probabile, noi riscontriamo quali profonde radici abbiano le leggi statistiche della fisica, e quanta parte di verità esse debbano racchiudere. La meccanica classica, in una prima fase del suo sviluppo, aveva potuto far astrazione dai fenomeni irreversibili; ma il progresso della scienza esigeva si tenesse conto un giorno di questi processi evolutivi, che costituiscono una delle manifestazioni più universali della natura. Nel mondo inorganico come nell'organico, nelle scienze fisiche come nelle morali, tutto evolve seguendo determinate leggi. Potrà un giorno una sintesi grandiosa riunire queste leggi, e farle derivare da un unico principio?

Ogni previsione intorno alla via che la scienza seguirà nel suo progresso è temeraria. Tuttavia gli sprazzi di luce che ora, con maggior frequenza, ci colpiscono, i lembi di orizzonte che

ogni tanto appariscono al nostro sguardo, ci fanno pensare che la nostra ascensione alla ricerca del vero si avvicini ad un colle, donde un largo orizzonte si schiuderà innanzi a noi. Quale paesaggio ci apparirà ignoriamo; solo possiamo asserire che nuove cime più alte e più luminose ci segneranno una nuova meta. Chi si dedica alla scienza ben sa che il suo cammino non ha riposo. Ma finchè una scintilla d'ideale brillerà nella mente umana, il fascino dell'ignoto sarà più forte che la stanchezza dell'ascesa.

SIGNORI!

Due anni or sono, in questi giorni, si riunivano a Bruxelles vari scienziati per discutere intorno alla costituzione atomica dell'energia. Inaugurando la prima seduta, il chimico Nernst rievocava un analogo Congresso tenuto nel 1860 a Carlsruhe, allo scopo di porre sopra solide basi la teoria atomica della materia, e ricordava la parte cospicua che vi ebbe Stanislao Cannizzaro. La compiacenza che proviamo nel trovar citato, in quella solenne occasione, il nome del maestro indimenticabile, accanto ad un'altra nostra gloria, Amedeo Avogadro, è attenuata dal rammarico che nessun italiano partecipasse alla recente riunione di Bruxelles. E a dir vero, chi di noi avrebbe potuto portare alle nuovissime e dibattute teorie la competenza che, con lungo studio e profonda meditazione, Cannizzaro si era acquistato nella Chimica teorica?

Eppure nell'ultimo cinquantennio tutte le scienze hanno compiuto in Italia notevoli progressi, e nella Fisica e nella Chimica, come in ogni altro ramo del sapere, abbiamo dotti che le nazioni straniere ci invidiano. Ma si direbbe quasi che il nostro occhio, avido di luce, abbia preferito cercar l'oro sparso alla su-

perficie del suolo, piuttosto che le gemme sepolte nelle viscere della terra. O forse talvolta una certa timidezza ci ha trattenuto; la paura di errare ha frenato lo slancio alla ricerca della verità.

Da voi, o giovani, attendiamo l'audacia. Se la maggior parte di voi è attratta verso le libere professioni (ed è bene che così sia), non è spenta fortunatamente la schiatta di coloro che, per amore della scienza, sanno resistere alle lusinghe delle carriere più lucrose. A questi spiriti eletti permettete che io diriga oggi le ultime parole.

Unica vostra guida sia la curiosità inestinguibile di sapere. Essa vi segnerà la via, ma non sempre basterà a salvarvi dagli scogli di cui l'aspro cammino è cosparso. Se cadrete in errore, non temete i rimproveri o gli scherni dei timidi e dei prudenti. Molto vien perdonato a chi pecca per amore della scienza. Ricordatevi che la storia è benevola verso chi dopo le sconfitte ha conseguito una vittoria, ma condanna all'oblio il critico infecondo che, pago di scoprire gli errori altrui, non sa rivelare una verità. Molto la scienza italiana attende da voi. Non basta mantenerla al livello che essa ha raggiunto. Le tradizioni gloriose del nostro Rinascimento ci impongono un compito ben più elevato; esse ci chiedono di far sorgere a nuova vita la filosofia naturale nella terra che ha visto fiorire il genio di Galileo!

