

Enrico Medi

IL MONDO
COME LO VEDO IO

MARIETTI 1820

Gli eredi dell'Autore devolveranno in beneficenza i diritti maturati dalla vendita del presente volume.

Realizzazione editoriale: Arta snc, Genova

I edizione 2005

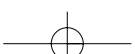
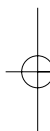
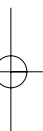
© 2005 Casa Editrice Marietti S.p.A. – Genova-Milano

ISBN 88-211-6392-X

www.mariettieditore.it

Indice

<i>Prefazione</i> di Enzo Boschi	7
Il mondo come lo vedo io	
I. Il mondo atomico	11
II. L'avvenire della scienza	37
III. Psicologia della famiglia	63
IV. Il dolore cammina col mondo	77
V. Odio e amore nell'uomo redento	97
VI. La vita di domani	119
VII. Siamo all'alba o al tramonto?	149
VIII. Felicità: un mistero da rivelare o da vivere?	171
IX. Una filosofia per l'età tecnologica. L'ultimo saluto	189



Prefazione

L'Istituto Nazionale di Geofisica (oggi INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) fu fondato nel 1936 da Guglielmo Marconi, allora presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche. A dirigerlo fu chiamato uno scienziato di grande prestigio dell'Università di Roma: Antonino Lo Surdo. Lo Surdo si avvale fin dall'inizio della collaborazione di un giovane fisico, Enrico Medi, che quattro anni prima si era laureato con Enrico Fermi e che si era poi dedicato a studi di fisica terrestre ottenendo subito risultati di grande interesse.

Quello che colpisce immediatamente di Enrico Medi è la rapidità e facilità con cui persegue gli scopi che, di volta in volta, si prefigge. A diciassette anni consegue la maturità classica, a ventuno si laurea in fisica tra i "ragazzi di via Panisperna", a trentuno è già titolare della cattedra di fisica terrestre dell'Università di Palermo.

A soli trentotto anni, succedendo a Lo Surdo, diventa direttore dell'Istituto Nazionale di Geofisica, che continuerà a dirigere per ventisei anni fino alla sua prematura scomparsa nel 1974.

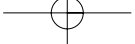
Medi ha dedicato molte delle sue energie e del suo tempo alla divulgazione scientifica, all'impegno sociale e politico, ai grandi temi dello sviluppo tecnologico di un paese come l'Italia che, nel dopoguerra, era in uno stato di allarmante arretratezza.

Il sempre fondamentale problema delle risorse energetiche fu quello che affrontò con maggiore determinazione.

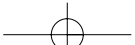
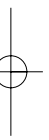
Tutto questo lo rese uno degli uomini più importanti e conosciuti del suo tempo, ma ha messo in secondo piano le sue intuizioni e i suoi risultati scientifici che furono, e restano, di grande rilevanza. Si è occupato di fisica dell'atmosfera, dell'origine del campo magnetico, delle proprietà fisico-chimiche della lava, della fisica della sorgente sismica, della propagazione delle onde meccaniche..., insomma di tutte le tematiche che tuttora costituiscono i temi di sviluppo dell'INGV.

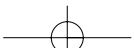
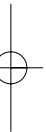
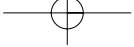
Non ho avuto la fortuna di incontrare Medi, ma ho avuto la possibilità di conoscere molti che lo hanno frequentato e la sua grande e splendida famiglia. Da questo ho tratto la conclusione che si è trattato di un uomo straordinario e unico. Con un po' di presunzione penso che sia felice di vedere come il suo INGV si è sviluppato e opera e, magari, ci sta anche dando una mano nei difficili compiti che ogni giorno dobbiamo affrontare in un paese sismico e vulcanico come l'Italia.

Enzo Boschi



Il mondo come lo vedo io





I. Il mondo atomico (*)

Oggi s'inizia per noi un viaggio stranamente singolare, un viaggio verso gli abissi della minimità.

Per intendere le piccole cose, che sono, in questo caso, fondamentali, è necessario diventare piccoli noi.

Andremo precipitando verso la piccolezza degradando, a grande velocità le nostre dimensioni: come esseri che scendono ad indagare la natura nella sua più intima costituzione.

In proporzione è come se tutte le cose crescessero nelle loro dimensioni, rispetto a noi.

Quando, nella proporzione suddetta, questo orologio, coprirà con la sua superficie quasi tutta l'Europa ed assumerà come altezza una quota cento volte quella dell'Everest, sarà possibile constatare la presenza di particelle aventi le dimensioni dell'ordine di grandezza di un centimetro. Per venire incontro alla fantasia si possono immaginare queste come palline, dotate di un continuo movimento di agitazione. In fisica queste palline sono le molecole: le più piccole particelle che, entro certi limiti, conservano ancora le proprietà del corpo al quale appartengono; o, per meglio dire, sono quelle particelle, che, associate a un numero grandissimo di

(*) Conferenza tenuta nell'Aula Magna della Pontificia Università di S. Tommaso in Roma per il corso dello Studium Christi su «Il Cristianesimo e le Scienze».

altre eguali, determinano le proprietà specifiche di un dato corpo chimicamente omogeneo.

È opportuno, mediante qualche paragone di più immediata evidenza, rendersi conto dei valori di queste grandezze. Non è questa la sede per svolgere una trattazione strettamente e rigorosamente tecnica, interessa solo porre le idee sopra un piano di adeguata esattezza.

Proviamoci a contare il numero di molecole contenute nell'aria emessa da un solo nostro respiro: esso è uguale a circa diecimila miliardi di miliardi.

La parola miliardo non ci dà un'idea adeguata del suo valore: è un numero. Per contare unità per unità un numero così fatto noi dovremmo, iniziando ora, non far altro che contare, pronunciando una cifra ogni secondo, per circa trentatré anni, senza fermarci mai né giorno, né notte. In un secolo, insomma, saremmo arrivati a contare appena tre miliardi.

Se tutti gli uomini, oggi esistenti sulla faccia della terra, si distribuissero l'incarico di contare, ognuno per parte sua, le molecole contenute in quel respiro, impiegherebbero, per assolvere questo compito, il tempo che va dalla nascita di nostro Signore ad oggi.

Se l'aria emessa dalla bocca di Cicerone, nelle ultime parole di un suo discorso, si fosse diffusa uniformemente per tutta la massa d'aria che involge la terra, ogni volta che voi respirate, introdurreste nei vostri polmoni varie centinaia di quelle molecole che già entrarono nei polmoni dell'oratore romano!

Questi esempi sono dati per farsi un'idea, per quanto è possibile adeguata, della grandezza di certi numeri. Matematicamente, tali cifre si trattano con molta maggiore semplicità, scrivendo che il numero di molecole contenute in un litro di aria è circa $3 \cdot 10^{22}$.

La molecola, a sua volta è composta di altre particelle che prendono il nome di atomi. Cento anni fa l'indagine scienti-

fica si era fermata all'atomo, essa considerava questo atomo come protetto da una barriera insormontabile: era definito l'indivisibile.

Nel cuore della materia

Oggi, l'atomo si mostra talmente complesso nella sua struttura, talmente divisibile, che il nome è rimasto una pura etichetta: come avviene di tante cose della nostra povera vita umana. Una scienza precipitosa non è mai saggia.

Prima di procedere alla costruzione di questo edificio atomico è necessario prendere in esame i vari elementi che entrano nella sua costituzione. È utile fare l'appello dei protagonisti di questa meravigliosa scena che è l'atomo: di questo operante spettacolo su cui s'impalca il mondo.

Eccoli secondo l'ordine con cui la scienza li ha chiamati alla ribalta della storia. Primo è l'elettrone, che il laboratorio ha costretto a rivelarsi attraverso numerosissime e delicate esperienze, fin dal secolo passato. Esso possiede la più piccola carica elettrica, non si conoscono cariche elettriche di minore entità; qualsiasi carica è un multiplo esatto intero della carica elettronica. Non domandiamo che cos'è la carica elettrica: oggi la scienza non può completamente rispondere. Ne definisce le proprietà, e la grandezza, riferita a date unità di misura. In unità assolute la carica è dell'ordine di $4,8 \cdot 10^{-10}$ u.a.e.

Per i poco abituati, a certe espressioni, si può concretare il concetto con qualche più evidente immagine. La corrente che circola nel filamento di una lampadina è dovuta a un movimento di elettroni: il numero di essi, che attraversano una sezione del filamento, durante un secondo, è grosso modo, uguale a dieci miliardi di miliardi, supposto che l'intensità della corrente sia un Ampère.

L'elettrone ha anche una sua massa, la massa inerziale,

definita dall'equazione $m = F / a$; il suo valore (in quiete) è 9.10^{-28} ; occorrono un miliardo di miliardi di miliardi di elettroni per fare la massa di un grammo: tanti elettroni per fare un grammo, quanti grammi per costituire la massa di tutta la Terra.

La carica dell'elettrone è «negativa». Alla parola negativa non va attribuito un significato fisico secondo quanto farebbe pensare la parola stessa, no: questa è una comoda indicazione algebrica, per distinguere una certa categoria di cariche elettriche, da un'altra detta «positiva», e poter introdurre tali specificazioni nelle formule matematiche.

Di fronte a questi dati possono verificarsi dei segni di scetticismo: ma, dirà qualcuno, queste sono fantasie: essere andati a misurare masse di un miliardesimo, di miliardesimo, di miliardesimo di grammo! quale fiducia è possibile dare a certe cifre?

Non è qui il caso di esporre come la fisica, con uno sforzo tenace di penetrazione, di audacia, di metodo, di sacrificio, sia riuscita ad individuare le ultime particelle, metterle sotto controllo, sviscerarne le proprietà. È una vittoria di grandi e singole intelligenze, ma anche di tutta la società.

Non è che ai tempi moderni sia venuta dallo spazio cosmico una camera di Wilson, portata da un meteorite, e con l'iscrizione per l'uso. I mezzi naturali a disposizione dell'uomo, secoli addietro, erano gli stessi, di quelli del tempo d'oggi. La differenza sta nell'orientamento e nello sviluppo di tutta l'umanità, che costruisce e prepara lentamente il terreno su cui, poi, sbocceranno le opere dei geni e degli eroi. Il genio è una bandiera sorretta dallo sforzo di tutto un popolo; senza questa partecipazione implicita, forse il genio non potrebbe ispirarsi e salire. Le sue conquiste sono di tutti.

L'umanità non deve essere assente dalle conquiste del pensiero, ma sentirle come sue, appoggiarle ed esaltarle, nobilitandosi così in questa ascesa per le vie dello spirito; realizzando in questa nobile lotta, non contro la natura, ma nel-

la natura, il bene comune di tutti i fratelli. Questo lavoro di lenta e più diffusa comprensione ha portato la tecnica e l'indagine sulle vie del moderno progresso.

Tornando alla domanda sopra posta circa l'esattezza di certe misure nel mondo atomico, si può dire che molte di queste misure hanno lo stesso ordine di precisione delle misure che si eseguono comunemente nella vita, come l'altezza o il peso di un uomo: si possono considerare esatte la seconda o la terza cifra significativa. L'ordine di grandezza è certamente ben definito.

Per soddisfare in qualche modo la vostra curiosità accenno appena a uno strumento geniale d'indagine, la camera di Wilson, che permette di vedere la traiettoria, nell'aria, di una singola particella. Si pensi un cilindro, entro il quale è possibile produrre una rapida espansione del gas contenuto, mediante il moto di un pistone a tenuta. Se il gas contiene vapore acqueo, in saturazione, nell'espansione adiabatica, esso diventa sopra saturo. Mantenendo questa sopra saturazione, entro certi limiti (in ambiente purificato da pulviscolo), il vapore si condensa solo su particelle cariche di elettricità presenti nell'ambiente. Se un elettrone percorre un tratto interno alla camera con la velocità di qualche diecina di migliaia di chilometri al secondo, urtando le particelle di aria che si trovano nella sua traiettoria, le ionizza, le rende cariche: intorno ad esse si condensa il vapore, facendo così direttamente visibile, il percorso dell'elettrone. Questo geniale apparecchio ha permesso di moltiplicare le conoscenze della fisica nel microcosmo.

* * *

Una seconda particella di primaria importanza è il protone: la sua carica è di segno positivo, la sua massa è $1,6 \cdot 10^{-24}$; esso è 1820 volte maggiore della massa dell'elettrone.

Con questi due corpuscoli i fisici hanno cercato di get-

tare le basi del primo edificio, il più semplice. Il fatto che la legge d'attrazione elettrostatica, fra carica positiva e negativa è dello stesso tipo della legge newtoniana di gravità, ha fatto pensare a un modello elettrone-protone, analogo alla realtà astronomica del problema dei due corpi, tipo terra-sole, o luna-terra. Nell'uno e nell'altro caso, la forza di attrazione è inversamente proporzionale al quadrato della distanza.

L'elettrone e il protone si attirano; perché ci sia un equilibrio dinamico è necessario che si stabilisca un'altra forza che compensi quella di attrazione: è questa la forza centrifuga dovuta alla rotazione dell'elettrone intorno al protone. L'atomo che ne risulta è il più semplice: l'atomo d'idrogeno.

È possibile stabilire il numero di giri che deve fare l'elettrone intorno al protone in ogni secondo. Dalle equazioni fondamentali dell'elettro-magnetismo si deduce che una carica elettrica, soggetta ad accelerazione, irradia energia nello spazio sotto forma di onde elettromagnetiche; tali onde costituiscono la luce emessa dall'atomo. La frequenza (numero di oscillazioni al secondo) di questa luce è uguale alla frequenza di rotazione dell'elettrone. Essa si determina dividendo la velocità della luce, (300.000 km al secondo), per la lunghezza d'onda della radiazione luminosa, misurabile mediante esperienze d'interferenza e di diffrazione. La lunghezza d'onda delle radiazioni elettro-magnetiche, assume valori che vanno da alcune centinaia di metri (onde radio) a 100 millesimi di centimetri (per restare nel campo visibile) e molto più piccole nel campo delle radiazioni X, gamma, cosmiche. Nel campo dello spettro visibile la frequenza è dell'ordine di un milione di miliardi di giri al secondo. Pensate un momento a questi elettroni che da miliardi di anni girano regolarmente con queste frequenze, e al fatto che di tali elettroni, tutti eguali fra loro, dalle extragalattiche alla terra ve ne saranno (tanto per dire una cifra) qualche cosa come 10^{45} , e nessuno di loro rifiuta di assolvere il proprio manda-

to. La nostra mente si smarrisce, ma intanto si riposa in così maestosa grandezza, e sale.

Combinando insieme protoni ed elettroni la scienza ha cercato di spiegare la costituzione dei vari atomi, dopo quello dell'idrogeno. Poiché la materia, nelle sue manifestazioni globali esterne, ci si presenta, d'ordinario, come elettricamente neutra, ogni atomo deve avere nella sua parte centrale (nucleo) tante cariche positive, (protoni), quante cariche negative, (elettroni), si trovano nella porzione periferica. D'altra parte la massa dell'atomo è data, (quasi per la sua totalità) dal nucleo, perché la massa dell'elettrone è quasi trascurabile.

Nel descrivere però la costituzione dei nuclei si presentavano, già per i primi elementi, difficoltà gravissime. Per esempio per l'atomo di elio, avente massa quattro volte quella dell'idrogeno, era necessario costruire il nucleo con quattro protoni, ma da ciò derivava una carica elettrica positiva quattro, mentre doveva essere due, perché (per ragioni di assoluta evidenza che non è necessario qui esporre) gli elettroni periferici sono due soltanto.

La scoperta di una terza particella ha reso possibile, almeno in parte, la soluzione del problema: il neutrone. La massa del neutrone è uguale (a meno di una non ben certa piccola quantità) a quella del protone, la sua carica è nulla. È forse costituito dalla unione di un protone con un elettrone? Non può dirsi con sicurezza. In ogni modo, se così fosse, tale unione non avrebbe nulla a che vedere con quella che dà origine all'atomo di idrogeno: sarebbe un'unione molto più intima e sostanziale.

Dalla sua stessa costituzione, derivano al neutrone proprietà caratteristiche. Quando l'elettrone o il protone passano attraverso la materia, per la carica che portano con sé, sono soggetti alle azioni elettrostatiche delle altre cariche elettriche; il loro cammino è disturbato e ridotto dalle forze che derivano da queste interazioni elettrostatiche ed elettroma-

gnetiche. Il neutrone è un personaggio indifferente ai richiami delle varie cariche: lui che non ha carica.

Il neutrone può attraversare grandi spessori di piombo senza esserne fermato, a meno che non vada direttamente a urtare contro il nucleo di qualche atomo; questi urti sono spesso accompagnati da conseguenze catastrofiche per l'atomo colpito.

In questi ragionamenti bisogna tener presente che lo spazio occupato dalle particelle materiali, è piccolissimo rispetto al resto dello spazio. Nell'atomo di idrogeno la distanza fra elettrone e protone è centomila volte il raggio del protone, fra molecola e molecola di gas, in condizioni ordinarie, c'è una distanza media mille volte maggiore della grandezza della molecola stessa, come se si trovasse una popolazione in cui ogni uomo fosse in media distante dall'altro, un chilometro e mezzo: una specie di deserto! In compenso però lo spazio inter-atomico è sede d'intensi campi elettro-magnetici, quindi non passivo, come vedremo.

Dopo la scoperta del neutrone, si è pensato che i nuclei degli atomi siano costituiti da protoni e neutroni insieme uniti. Esempi: atomo di elio: nucleo = due protoni e due neutroni; periferia = due elettroni. Atomo di litio: nucleo = tre protoni e quattro neutroni; periferia = tre elettroni. Ossigeno: nucleo = otto protoni e otto neutroni; periferia = otto elettroni.

Ogni atomo si distingue per il numero dei protoni nucleari e quindi per l'eguale numero di elettroni periferici. Se si dispongono in ordine crescente, secondo tale numero, tutti gli atomi, si vede (tranne alcune spiegate eccezioni) che essi si dispongono nell'ordine stesso del loro peso atomico, come voleva una vecchia classificazione della chimica. Gli elettroni si dispongono, via via, intorno al nucleo, secondo orbite ben definite, che ne possono contenere: la prima due, la seconda otto, la terza diciotto ecc.

Sono i più stabili quegli atomi degli elementi che hanno

l'ultimo anello completo, ma ciò evidentemente si verifica solo in rari casi. Si consideri l'atomo di sodio (*Na*); esso occupa l'undicesimo posto: ha due elettroni al primo anello, otto al secondo, e uno solo al terzo.

L'atomo di sodio tende ad espellere questo elettrone, ad avere il suo secondo anello completo negli otto posti, ma così ha in eccesso una carica positiva, perché il nucleo ha undici protoni: ne risultano proprietà per le quali è considerato monovalente elettropositivo (metallo).

L'atomo di cloro ha diciassette elettroni, la sua posizione è all'opposto di quella del sodio, la sua ultima fila è di sette elettroni; c'è un posto vuoto per fare otto. Esso tende a prendere un elettrone e porvelo, ma così si carica di una carica negativa in eccesso, essendo il nucleo di diciassette protoni e diciotto neutroni: elemento monovalente elettro-negativo (metalloide).

Per risolvere le due tendenze si fa una società unica, nella quale il sodio cede il suo elettrone al cloro e il cloro mette a disposizione il suo posto. Si uniscono insieme a costituire questa nuova società: le cariche positive che così raggiungono la somma di $28=11+17$ e gli elettroni $10+18=28$.

Il complesso della carica agli effetti esterni è nullo: è nata la molecola di cloruro di sodio. Con questi criteri, sommariamente accennati, la chimica costruisce i complessi molecolari partendo dalle situazioni atomiche dei vari elementi. Tutto questo bello spettacolo, che sa di macchina, però non va: la scienza è inesorabile. Preferisce l'aderenza alla realtà, al di sopra dell'eleganza delle semplici rappresentazioni; la vera bellezza viene quando la verità tutta è rispettata. Modelli atomici di questo tipo non reggono alla critica scientifica.

Allora, si dirà, la fisica dei primi due decenni di questo secolo, ha perduto tempo? No, la costruzione di modelli e l'emissione d'ipotesi sono strumenti indispensabili per camminare nelle vie della ricerca, così come le carte geografiche

sono preziose per orientarsi: non sono tutta la realtà, ma rappresentano particolari aspetti della realtà.

Si dice da qualcuno: non è così bello pensare che tanto l'atomo, quanto il mondo stellare rivelano nelle loro armonie l'unica mano che li ha creati? Come se la potenza infinita di Dio avesse una sola regola di operazione, un solo stile nell'esecuzione delle opere sue. Infinita genialità di sapienza: ad ogni campo il suo stile con perfetta armonia del tutto, ad ogni essere la propria finalità. L'atomo deve agire da atomo, la nebulosa spirale da nebulosa spirale.

Ordine e intelligenza

La costituzione dell'atomo è profondamente diversa da quella dei sistemi planetari; una unità ben più intima e sostanziale è in esso; e in infiniti modi diversi cantano le cose una melodia alla creante Ordinatrice Sapienza.

Una grande parola, dice la fisica d'oggi, che forse in altri tempi non si poteva dire. La materia ci si presenta ordinata, in perfetta razionalità fin nelle sue più intime e profonde strutture, fino al limite estremo della sua costituzione prima; per cui non ha senso pensare ad una materia prima amorfa, poi ordinata: ma è una materia che non può essere se non costituzionalmente ordinata. Chi l'ha ordinata, l'ha anche creata, l'ha ordinata creandola, l'ha creata nell'ordine. Creatore e Ordinatore sono Uno solo, dice la scienza; non poteva ordinare l'intimo essere se non Chi lo creava.

La fisica moderna ha fatto vedere che l'elettrone, nell'atomo, si comporta in modo tutto speciale: esso non irradia quando gira (come dovrebbe fare secondo la elettrodinamica classica) se non cade sul nucleo, ma irradia con discontinuità, emettendo proiettili di luce, i quanti di luce, i fotoni. La luce non sarebbe più costituita da onde, continue, ma da pacchetti di onde; una concezione ondulatoria e meccanica.

D'altra parte le stesse particelle elementari presentano accanto alle proprietà corpuscolari, delle proprietà di carattere ondulatorio.

L'emissione del corpo nero, l'effetto foto-elettrico, la diffrazione degli elettroni, l'effetto Compton e altre fondamentali esperienze hanno condotto alla teoria dei quanti, prima; poi alla meccanica ondulatoria.

* * *

Intanto altre personalità si sono rivelate su questo fantastico scenario che è il microcosmo: il positrone e il mesotrone.

Per dare in sintesi schematica la presentazione di tutte queste autorità, pensare ad uno specchio, una matrice, di tre righe e tre colonne; quindi nove caselle. La prima colonna ha le cariche positive, la seconda nulle, la terza negative. La prima riga, masse pesanti, la seconda medie, la terza leggere.

La prima casella è occupata dal protone, l'ultima dall'elettrone. Nella prima colonna è: protone, mesotrone positivo, positrone, nella seconda colonna, il neutrone il mesotrone di carica zero (neutretto), elettrone neutro (neutrino) (ipotesi); nella terza colonna, protone negativo (negatone, non ancora individuato), neutrone negativo, elettrone.

	+	0	-
Pes.	Protone	Neutrone	Negatone
Med.	Mesotrone pos.	Neutretto	Mesotrone neg.
Legg.	positrone	neutrino	elettrone

Ecco i nove personaggi, base dell'universo materiale.

Uno dei problemi più complessi dei nostri giorni è la struttura del nucleo nel quale vorrebbero entrare (sembra un

gabinetto ministeriale!) tutte le dette particelle perché, nella disintegrazione del nucleo, che si verifica nei fenomeni radio-attivi, queste si manifestano.

La moderna meccanica quantistica è stata costretta ad introdurre ipotesi che si presentano come contraddicenti a certi fondamentali principi del nostro ragionare, quale il principio di indeterminazione, di non identità, i concetti probabilistici, gli osservabili, le energie di scambio ecc.

Neutrone e protone starebbero uniti nel nucleo perché il neutrone cede al protone, l'elettrone proprio. Per esempio il protone diventa neutrone e viceversa. Questo continuo scambio genera le forze di legame nucleare. Si afferma: non ha senso chiedersi quale traiettoria abbia percorso un fotone per andare dal punto A al punto B, perché, si dice, se volessimo controllare tale traiettoria con una esperienza, perturberemmo profondamente la traiettoria stessa. La traiettoria non è perciò concettualmente osservabile, quindi non ha significato parlarne, è proprio come se non esistesse. Questo ragionare, è bloccare le vie della libera indagine.

A parte l'interpretazione dei fenomeni, si guardino le conclusioni più importanti. L'atomo di uranio ha il nucleo costituito da 143 neutroni e 92 protoni, con intorno 92 elettroni, distribuiti nelle proprie orbite percorse milioni di miliardi di volte al secondo.

Se questo atomo di uranio è colpito da un neutrone, il neutrone è assorbito, ma il nucleo di uranio si spezza; nello spezzarsi si producono due nuclei, che danno origine a due elementi differenti, mentre una piccola quantità di materia scompare; dà luogo ad una energia e due nuovi neutroni sono messi in libertà. Se la massa di uranio è opportunamente estesa e disposta ciascuno dei due neutroni compie la stessa azione descritta e in brevissimo tempo il numero di atomi scissi è così grande che la massa esplose mettendo in libertà una energia grandissima.

Una equazione dovuta alla teoria della relatività lega la

massa scomparsa alla energia prodotta $E = mc^2$, dove c , è la velocità della luce. Se si trasformasse tutta la massa di un orologio, in energia, si otterrebbero i 10^{23} chilogrammetri, sufficienti per elevare tutte le navi del mondo all'altezza dell'Everest.

L'umanità spesso si accorge di certe cose quando queste fanno male, anzi fanno tanto male. La meraviglia è venuta quando l'uomo si doveva coprire il volto di vergogna e di lacrime. È doloroso per tutti coloro che sentono l'esistenza terrena come dedita a una missione di bene per i propri fratelli, vedere l'opera del genio umano andare contro la vita degli uomini. La bomba nucleare (o atomica) è un triste episodio non derivante dalla scienza, ma da una mancata sapienza. La scienza è dono divino; l'usarla male è colpa dell'uomo. Ci si accorge del progresso quando i suoi frutti diventano clamorosa propaganda, così il travaglio del pensiero è troppo spesso lasciato nella incomprendimento dei più.

L'uomo deve essere sempre signore delle opere sue, non diventarne lo schiavo. Non è l'uomo fatto per servire la scienza, ma per servirsi della scienza. È la scienza fatta per l'uomo e l'uomo per Iddio. Vale più l'uomo che ha compiuto un'opera, che l'opera stessa. L'uomo è immortale, le opere passano e periscono. Non Dante è intrinsecamente grande perché ha fatto la *Divina Commedia*, ma questa è tale perché Dante l'ha scritta. Quindi anche per la bomba atomica ammiriamo questa creatura umana che conquista la natura e manifesta la propria eccelsa dignità, che superando la materialità delle cose, le trasforma per il suo bene sotto la luce del pensiero.

Non guardate la bomba atomica, ma le future, vicine nel tempo, centrali elettriche che con pochi chili di uranio forniranno energia per anni ad una intera nazione. Guardate al pensiero scientifico che sta procedendo verso l'analisi e la sintesi più profonda della natura.

Scienza e Filosofia

C'è stato sempre nella scienza questa aspirazione alle sintesi del materiale raccolto; per tale opera è necessario porsi da un punto di vista superiore e più profondo, capace di fornire visioni panoramiche. E la filosofia che può offrire alla scienza questi principi capaci di farla procedere verso più efficaci unificazioni del sapere.

Prima di Galileo esisteva una preoccupazione geometrica che giustificasse le apparenze dei moti celesti. Galileo ha posto la domanda: Perché questa o l'altra traiettoria? È necessario giustificare la curvatura di un moto e le sue accelerazioni: questa giustificazione, questa causa è la forza. Così è nata la dinamica con l'equazione fondamentale:

$$a = \frac{F}{m} \quad (F = \text{forza} \quad m = \text{massa})$$

Questa idea rappresenta la via geniale del nuovo cammino della scienza. Ma la meccanica ha finito per prendere il sopravvento in tutte le concezioni; si è creduto di dare mediante i suoi principi la spiegazione di tutti i problemi della fisica.

Il meccanicismo ha preteso di essere lo strumento più adatto, anzi l'unico: per varie generazioni gli scienziati se ne sono serviti nella tenace ricerca di spiegazioni unitarie nel mondo. Mettendo insieme varie particelle, unite da forze meccaniche, si è tentato di costruire l'atomo: ma l'atomo ha posto il divieto ad essere costruito come un gioco di palme. È un edificio ben più complesso di una qualsiasi macchina macroscopica costruita dall'uomo.

C'è nell'atomo qualche cosa di molto più profondo di quanto può derivare da un semplice aggregato. L'atomo di idrogeno, come s'è visto, è descritto come un elettrone rotante intorno al protone; ma questa è solo una rappresentazione modellistica; come una carta geografica è un semplice schema di una realtà ben più complessa costituita dalla re-

gione alla quale si riferisce. L'elettrone è nell'atomo, ma non alla stessa maniera e con le medesime proprietà che possiede fuori dell'atomo; così dicasi per il protone. Essi sono uniti a costituire una nuova unità, nella quale agisce una nuova forma sostanziale, unificatrice: elettrone e protone (se così è lecito dire) perdono la propria personalità e insieme costituiscono l'essere nuovo: l'atomo di idrogeno.

Alla domanda: c'è l'elettrone nell'atomo o non c'è? Si risponde: c'è e non c'è. C'è in una forma virtuale. Per fare un paragone soltanto indicativo, se si domanda: in una certa quantità di acqua ci sono o non ci sono le gocce di acqua? Ci sono, con una presenza non di pura potenza, ma virtuale; dando un colpo sulla superficie del liquido si ottengono delle gocce, lasciando cadere in esse una goccia questa viene assorbita dal liquido e in essa si perde. Qualche cosa di analogo avviene nell'atomo: mediante particolari processi può da esso venire estratto un elettrone o in esso essere assorbito. Sarebbe però illogico voler applicare nella intima costituzione dell'edificio atomico, le proprietà e le leggi che reggono le particelle elementari fuori di esso: così ha ancora minore giustificazione applicare le leggi del macrocosmo e della astronomia. Questa concezione ci potrebbe spiegare perché l'atomo recalcitri ad ogni interpretazione meccanicistica. Non è necessario ricorrere a principi contrari alle normali visioni logiche, quali il principio d'indeterminazione, o la teoria degli osservabili; basta forse, porsi da questo differente punto di vista filosofico.

Il carattere della conferenza non permette di esporre in modo dettagliato e specifico questi punti di tanto elevato interesse, come anche quelli che seguono; lo scopo dell'esposizione è soltanto far intravedere come una certa impostazione filosofica di principi, possa portare grandi vantaggi anche nel campo della fisica, quando questa esegue l'assalto agli ultimi baluardi della natura. Scienza e filosofia non si confondono, ma non si contraddicono. L'uomo non è fatto a cassette: qui il fisico, là il

religioso, il politico, il filosofo. L'uomo è uno ed ha delle cose una concezione unitaria: distinta ordinata, ma armonica.

Ha dei principi che reggono il pensiero e l'opera; se sono principi di verità non lo fanno schiavo, ma libero. Accendere un faro di luce ad una macchina che corre nella notte, è salvarla dal baratro; dare la libertà di non cadere nel precipizio, non è togliere la libertà. La verità è libertà; la libertà è fondamento di sapere. La verità è quella che ci fa grandi, degni di essere i liberi figli di Dio. Quindi anche nella scienza, l'uomo che ha dentro di sé principi superiori di infallibile certezza divenuti vita della sua vita, può osservare più sapientemente il mondo che lo circonda e muoversi con piena serenità da più panoramiche posizioni.

Questo vale ancora di più quando si esaminano concetti universali, come il concetto di spazio. Senza entrare in contraddittorio con le varie teorie, per noi lo spazio c'è, là dove è materia. È la materia che genera lo spazio. Lo spazio esistente per sé non ha senso. Se percorriamo l'universo in una direzione, viene spontanea la domanda: esistono i limiti di questo universo? E al di là di essi che c'è? La fantasia ci gioca un brutto scherzo, vuol vedere anche là ove è privo di senso parlare di cose esistenti. Dove finisce la materia, finisce lo spazio; al di là della materia non esiste l'al di là spaziale. E la nostra concezione immaginativa fantastica che ci pone una domanda priva di significato. Lo spazio vuoto è un'antitesi di parole. Se un pesce nel mare giunto alla superficie si domandasse: «E al di là che acqua c'è?» farebbe una interrogazione senza senso, analoga a quella di chi si domanda: «E al di là dei limiti della materia, che materia, cioè, che spazio c'è?».

Per comprendere meglio questi concetti si pensi che Id-dio abbia creato due universi senza che fra essi esista continuità di materia. Viene spontaneo chiedersi quale distanza sia tra questi universi: la risposta sembra abbastanza definita. Non ha significato parlare di distanza fra essi, perché non essendoci materia, non c'è spazio.

Per il tempo la questione è più complessa. In ogni modo si può asserire che è il moto che genera il tempo; dove è mutazione di cose, ivi è tempo; non c'è un tempo astratto a priori. Il presente è la frontiera del tempo; mentre le cose passano dalla potenza all'atto, si genera il tempo che è la misura di questo trasformarsi. Dato un universo materialmente tutto continuo si può stabilire anche un tempo unico (la dettagliata discussione di questi argomenti ci porterebbe fuori del tempo... conferenziale), ma per i due universi sopra esemplificati, di due avvenimenti che accadono nell'uno e nell'altro separatamente, si può parlare di contemporaneità? Ebbene, a me pare di no. Noi diciamo si sono verificati, e quindi sono realtà, un fatto nell'universo 1 e un fatto nell'universo 2; non esistono vincoli di causalità materiale fra essi, e quindi vincoli di successione temporale.

Ma si obietta: «Una intelligenza superiore, l'occhio di Dio, vede la contemporaneità o meno degli eventi?».

Ma Iddio non è nel tempo, Lui è fuori del tempo, nell'eternità; per Lui non c'è né prima, né poi, c'è la realtà. Siamo noi limitati nel nostro piccolo vedere delle cose. Il modo di essere di Dio non è il modo di essere dell'elettrone. Dio è per essenza, per natura; è l'Essere. Le cose sono perché hanno l'essere e l'hanno ricevuto per creazione da Dio. Non è né semplificando le creature, né sommandole che si arriva a Dio; i piani sono infinitamente diversi. È per amore, che questa Bontà infinita ha donato di esistere alle cose e continuamente le crea. Se si distraesse (scusate l'espressione) un istante solo, se si dimenticasse, noi e tutti gli universi creati cadremmo nel nulla, cesseremmo di esistere. Non siamo necessari.

Lui solo è l'assolutamente necessario e non può non essere.

Com'è bella anche la fisica che suscita tanto entusiasmo facendoci salire così. Ma ora scendiamo.

* * *

Con queste idee di spazio e di tempo mi sembra difficile concepire uno spazio materiale ove esistano (naturalmente) dei buchi, dei vuoti di spazio. Entro tali vuoti non si potrebbero definire distanze o dimensioni, al loro contorno invece sarebbero definiti. Queste considerazioni ci portano a meditare insondabili misteri. Non fermiamoci. Lo spazio deve essere tutto pieno di materia; è materia. Una materia alla quale si può dare un nome: materia cosmica, continua, in tutte le direzioni. È una maniera di essere della materia; c'è una forma sostanziale che le dà alcune proprietà fondamentali, eguali in tutti i punti dell'universo, una medesima natura. Questa materia definisce lo spazio, essa è la sede del campo elettrico, magnetico, gravitazionale, il mezzo in cui si propaga l'energia luminosa ecc.

Volere applicare a questa materia le comuni concezioni di elasticità o altre è completamente fuori di luogo: è la materia cosmica che opera in modo che tali proprietà risultino e nel microcosmo e nel macrocosmo. Non è questo il solo modo di essere della materia; vi è un altro aspetto che si potrebbe dire la materia specifica, che si realizza nelle particelle: il protone, il neutrone ecc.

Con le loro forme specifiche esse interagiscono fra loro con l'intermediario della materia cosmica, eliminando qualsiasi azione a distanza. La materia specifica agisce sulla materia cosmica introducendo in essa delle deformazioni. Lo spazio relativistico diventa uno spazio *realistico* sede e causa di fenomeni, non uno spazio astratto, puramente geometrico, ma fisico e attivo.

L'inerzia della materia perde il suo carattere di passività, ma diviene l'espressione di uno scambio di attività. Il fatto che una particella che ha ricevuto un certo impulso continui a muoversi nello spazio con la medesima velocità, mi sembra che difficilmente potrebbe spiegarsi senza pensare a una specie d'impronta che è rimasta impressa nella particella o nell'ambiente. Potremmo vedere proprio in uno scambio di

azioni fra la particella in moto e la materia cosmica che la circonda questo fenomeno dell'inerzia.

È la materia cosmica che rende possibile il mantenimento del moto della materia specifica.

L'inerzia quindi è un segno di attività interiore di scambio, l'energia cinetica è misurata dall'entità di perturbazione prodotta dalla materia specifica in quella cosmica. Il concetto di energia sembra così unificarsi. L'energia non è materia, ma è una proprietà della materia: la si potrebbe misurare dal prodotto dell'intensità di perturbazione della materia cosmica per il volume occupato da detta perturbazione, o meglio l'integrale esteso a un dato volume della intensità di perturbazione.

Questa perturbazione può essere prodotta o dal moto o dallo stato elettrico della materia, dalla gravità, o da altre cause: quindi il fatto energetico è uno, i modi di produrlo e di manifestarsi, tanti. Per cui noi diciamo che l'energia si trasforma da un tipo a un altro tipo, pur conservandosi. Modo di parlare che effettivamente è forse poco esatto nella sua intima realtà. La trasformazione relativistica della materia in energia, va, può darsi, interpretata, non precisamente come materia che diventa energia, il che filosoficamente non può essere, ma materia specifica che perde questa modalità di essere per divenire materia cosmica (non più direttamente osservabile) e dare origine e manifestazione di una enorme quantità di energia per la perturbazione introdotta e viceversa. Sono tanti problemi che si accennano appena per i quali si intravede una soluzione.

Il moto di una particella elementare produce una deformazione nella materia cosmica tale che ne determina l'energia, ma nello stesso tempo ne risulta un'onda associata al moto, onda rilevabile mediante i fenomeni di diffrazione delle particelle elementari, onda di De Broglie.

Il dato relativistico del limite superiore della velocità, fissato nella velocità della luce, deriva dal fatto che questa è

la velocità con la quale si propagano le perturbazioni nella materia cosmica. Non è possibile conservare il moto di un corpuscolo che vada a una velocità superiore a quella con cui reagisce il mezzo, questo non sarebbe più in grado di alimentarla. Seguendo una inadeguata analogia: è il problema meccanico del sostentamento dei velivoli a velocità ultra sonora.

Lo stato di un punto nello spazio (il quale spazio secondo Einstein è a quattro dimensioni ed è curvo) vien definito con quattro parametri, non per $X Y Z T$, ma le tre coordinate spaziali e una quarta che definisca lo stato di perturbazione della materia cosmica, una coordinata intrinseca che ci dà le condizioni energetiche. Potremmo dire tre coordinate spaziali e una energetica. Non un cronotopo, ma uno spazio-energia, un energotopo (perdonate la brutta parola), dando all'energia il significato già detto.

Se non c'è gradiente nello stato energetico, per ragioni di simmetria, un raggio di luce, o una particella, segue un cammino rettilineo; se esiste un gradiente di densità, di perturbazione, il cammino s'incurva; il raggio luminoso descrive una traiettoria diversa.

La geodetica fisica della materia cosmica, non è la geodetica geometrica dello spazio idealizzato, la luce segue la geodetica fisica: è come se lo spazio fosse curvo alla maniera della relatività. È la quarta ordinata, la energetica che non è più isotropa, è una curvatura intrinseca.

Questa concezione si adatta ai presupposti filosofici, non come uno spazio a quattro dimensioni, concepibile solo in una rappresentazione matematica. La gravità è dovuta ad una interazione fra particelle (materia specifica) prodotta dalla perturbazione da esse introdotta nella materia cosmica: intorno ad ogni massa si produce un gradiente di stato spaziale per cui un raggio di luce si curva in esso, quasi esistesse un indice di rifrazione, non costante nel vuoto.

Questo fatto per altra via è previsto dalla relatività.

Queste concezioni, delle quali si è dato solo un cenno, sono germi per ulteriori sviluppi, e ci mostrano quanto certi principi filosofici siano fecondi nelle sintesi della scienza: anzi si può dire che questa non abbia mai potuto fare a meno della ispirazione e dell'alta guida filosofica.

Dalle rappresentazioni puramente geometriche del mondo, si è passati alla introduzione del concetto di forza e quindi della dinamica.

Con la dinamica e il meccanicismo gli scienziati hanno creduto di poter spiegare tutto il mondo fisico. Hanno compiuto sforzi tenaci di pensiero per riprodurre meccanicamente il mondo anche nelle sue più intime costituzioni: l'universo macchina.

Ma la natura ha fatto fallire tutti i tentativi; l'atomo non è un orologio: ha un valore costituzionale ben più profondo e unitario di un semplice aggregato.

Il fallimento dei precedenti tentativi ha spinto la scienza a cercare i principi illuminatori in una psicologia idealista, soggettivista. Quando la fisica afferma che ha senso parlare solo di quei fatti che sono almeno concettualmente sperimentabili, gli osservabili, fa del positivismo idealista. Tali le concezioni di Heisenberg e di molti fisici moderni. Il positivismo si associa alle concezioni idealistiche per limitare le possibilità del nostro pensiero e nello stesso tempo è costretto a distorcere i principi basilari per adeguarsi alla realtà esterna.

C'è tra le tante una filosofia, che ha saputo dare capolavori di genio, ispirare meraviglie dell'arte, adeguarsi a esigenze superiori dello spirito nella sua vita etica, fornire luce di umana comprensione ai misteri della Fede. Una filosofia sempre combattuta da secoli; mai efficacemente colpita o sostituita.

È una grande luminosa strada aperta a tutte le menti di buona volontà. È lecito, è serenamente scientifico, metterla da parte a priori? Rifiutare una luce non è fare vera scienza;

per qualsiasi strada essa giunga, l'intelletto dell'uomo che ama la verità e la cerca, le va incontro con gaudio, l'afferra con la gioia serena della più grande conquista. Altre vie si sono mostrate infeconde; è giusto tentare anche questa via.

Le idee che sono state presentate solo nella loro radice per ovvie ragioni, portano con sé tanti germi di spiegazione del mondo. La materia cosmica e la materia specifica, quindi la continuità del mondo materiale, associata alla discontinuità ridotta a certi limiti; l'unità del concetto di energia; l'inerzia e la gravitazione, fenomeni simili dovuti alla perturbazione della materia cosmica; concetti di tempo proprio e di spazio curvo a quattro parametri con curvatura intrinseca; onde associate nei corpuscoli in moto; stato elettrico della materia; determinismo; unità sostanziale degli atomi ecc.

Si ritorna alla considerazione dei fenomeni fisici assolutamente determinati in tutti i loro aspetti senza ricorrere alla probabilità.

Per evitare la necessità di alcune posizioni idealistiche non accettabili basta non porsi domande che non hanno preciso significato, quali la posizione di un elettrone nell'atomo, o peggio di un elettrone positivo nel nucleo; perché l'elettrone negativo nell'atomo e il positrone nel nucleo sono presenti in tutt'altre condizioni di come ci appaiono fuori dell'atomo.

Ancora meno comprensivo è come alcuni scienziati abbiano avuto in mente d'impugnare nientemeno che il principio di causalità, nel microcosmo: probabilmente non sanno che significhi il principio di ragion sufficiente e di causalità. È grave affermare ciò, ma non si giustificano altrimenti certe posizioni del pensiero. Cosa c'entra il principio di causalità con la incapacità nostra di fissare i dati che permetta la esatta previsione di fenomeni fisici futuri?

* * *

Il respiro si fa più ampio al contatto con la vita.

Quando fra poco vedrete affiorare dalla terra i verdi cotiledoni della speranza: da quel seme gettato nel solco a morire, essi son nati succhiando, sintetizzando dal terreno i più svariati alimenti. Prodigio di potenza e sapienza. La materia, chiamata alla vita! È un fatto nuovo, è vero; il fatto biologico in un certo senso è antifisico, meglio, soprafisico. C'è un principio nuovo che opera; la forma sostanziale vivente che agisce nella materia, la unifica, ne convoglia tutte le azioni a un determinato fine. È a questa forma vivente che vanno attribuiti i principi primi dell'operare, è vero, ma anche la materia, strettamente fisica, entra per la sua parte. La materia bisogna che sia predisposta per natura sua a questa superunificazione; deve possedere già una certa unità nei suoi fondamentali elementi. E così si torna a quanto si è detto in principio. L'atomo deve avere una sua unità sostanziale, che ha la massima efficienza nel nucleo. La molecola unisce sotto forma superiore gli atomi, nella cellula si uniscono le catene molecolari: man mano che si ascende a complessi più vasti di vita, nuove forme superiori sostituiscono e unificano le precedenti. Non si potrebbe costituire la vita con elementi, gli atomi, fatti meccanicamente come un gioco di palme. Questi atomi, chiamati a costituire il mio corpo, ad essere mio corpo, sono me; come posso pensarli piccole macchine a sé stanti, ognuno di essi a sua volta piccolo aggregato di particelle danzanti? Questo ripugna al senso unitario del mio essere: l'*io*. Il mio immortale, semplicissimo principio di vita, li unifica tutti; è anche per essi la forma superiore che li fa essere me, mio corpo; elettroni, protoni, neutroni, atomi, molecole, cellule, muscoli, sono tutti intimamente partecipi del mio essere.

Sentite come la materia anche nella sua più semplice e profonda costituzione divenga più rispettabile, più armonica; l'atomo si presenta come un complesso di sintesi unitaria con proprietà tutte sue.

S'introduce il fecondo concetto dei *principi attivi* che operano nella materia inorganica, quei principi che il positivismo e il meccanicismo avevano trascurato, rendendo impossibile una efficace unificazione delle conoscenze scientifiche.

Ma tutto questo è luce che viene dalla filosofia, da quella filosofia che, perenne nei secoli, testimonia l'altezza dell'umano pensiero, da quella filosofia scolastica che ancora si manifesta feconda madre di sintesi del sapere.

Scienza e Fede

Ci trema il cuore al pensiero che questa materia, questi elettroni sono stati chiamati un giorno a formare il corpo del Figlio di Dio: mistero infinito di Amore. Corpo di Cristo adorato dagli angeli! C'è una misteriosità insondabile in questa materia. L'infinita Sapienza che riallaccia a sé il creato nell'ultimo anello della creazione. Forse questo sconfinato disegno di Carità fu presentato un giorno agli angeli: la superbia dominò l'amore e caddero nell'abisso; l'amore dominò nell'umiltà del Credo e ascесero alla visione di Dio.

Vengono le vertigini a pensare alla materia, Corpo di Gesù, a questa nostra materia, a questo nostro corpo che dovrà risorgere, come Lui il Risorto.

Se pensassimo agli elettroni o neutroni come tali non capiremmo nulla di tanto mistero; ma, nella considerazione di una forma sostanziale che riprende e unifica i diversi elementi di quello che fu il mio corpo uno, come seme sepolto dalla morte, per rigenerare il mio nuovo corpo, allora l'intelligenza pure smarrendosi, si nutre nel conforto della certezza che un giorno risorgerò. La Fede lo afferma, la scienza ne è illuminata.

E un inno sale gaudioso verso l'Infinito.

Santo Francesco che cantando pregavi: Laudato sii mio Signore per sora acqua e frate foco, aggiungi al cantico di

tutte le Creature: «Laudato sii mio Signore per frate elettro-
ne, protone, neutrone, positrone, neutrino, neutretto, per le
sorelle molecole, le galattiche, le nebulose spirali, gli univer-
si interi».

Laudato sii mio Signore per la nostra misera carne, per la
nostra miseria implorante, che in Te, in un appassionato gri-
do d'amore, si getta sperando perché il Cristo, nostro fratel-
lo nell'umana natura, è il tuo Figliuolo, Lui, la Resurrezione
e la Vita.