

Enrico Fermi e la Fisica Italiana (*)

FRANCO RASSETTI

Nel breve tempo a mia disposizione non sarebbe possibile sia pure per sommi capi descrivere l'opera multiforme di Enrico Fermi come scienziato e come maestro. Insisterò pertanto soprattutto su quegli aspetti del suo carattere e della sua attività che esercitarono un'azione profonda sulla fisica in Italia, azione che, lungi dall'estinguersi con la scomparsa dell'insigne scienziato, ha continuato ad operare fino ad oggi attraverso i suoi allievi, in virtù di una mentalità, un ambiente, una tradizione che egli aveva creato.

Enrico Fermi nacque a Roma il 29 settembre 1901 e quivi frequentò la scuola media fino al conseguimento della licenza liceale. Mostrò prestissimo, almeno dai 10-11 anni, vivissimo interesse ed eccezionale attitudine per lo studio delle scienze fisico-matematiche. Sappiamo che tra i 13 e i 14 anni egli leggeva e assimilava, senza alcun aiuto, trattati di matematica al livello dei corsi del secondo biennio universitario. Ma già a quel tempo si manifestava quella concentrazione di interessi che mantenne per tutta la vita, che gli faceva considerare la matematica non come fine a se stessa, ma soltanto come un mezzo per formulare e risolvere problemi di fisica. Altra caratteristica che sviluppò prestissimo fu l'interesse per gli esperimenti di fisica, che cercava di riprodurre con i mezzi primitivi a sua disposizione.

Come risultato di questi studi autodidattici, che coltivò intensamente negli anni del liceo leggendo libri di fisica e matematica in parte presi a prestito, in parte acquistati presso rivenditori di libri usati che egli frequentava insieme con l'amico e compagno di studi Enrico Persico, Fermi si era formato, all'età di 17 anni, una cultura fisico-matematica

(*) Discorso in occasione della presentazione del frammento combustibile di uranio proveniente dall'originale reattore Fermi, donato dal Presidente della Repubblica, Giuseppe Saragat, all'Accademia; e inaugurazione del medaglione con l'effigie di Enrico Fermi, opera del maestro Corrado Cagli. Testo originale da Accademia Nazionale dei Lincei, Celebrazioni Lincee, N. 12, 20 aprile 1968, Roma.

che sarebbe stata ampiamente sufficiente per una laurea universitaria in quelle discipline. Egli conosceva a fondo tutta la fisica classica, dalla meccanica all'elettrologia, all'ottica e alla termodinamica, e possedeva completa padronanza dei mezzi matematici necessari.

Nell'ottobre del 1917 Fermi ottenne per concorso una borsa di studio presso la Scuola Normale Superiore di Pisa e si iscrisse come studente di fisica in quella Università. Fu allora che ebbi occasione di conoscerlo e di comprendere il prodigioso grado di maturità nelle scienze fisico-matematiche che egli aveva già raggiunto.

Anche nei quattro anni di università si può dire che Fermi sia rimasto fondamentalmente un autodidatta, poiché conoscendo già a fondo quasi tutta la materia dei corsi di fisica e di matematica imposti dall'ordine degli studi, egli poteva seguire le lezioni e sostenere gli esami con sforzo pressoché nullo, riservandosi gran parte del tempo che gli restava libero per assorbire le nuove, strane teorie che cominciarono appena allora a penetrare in Italia ed erano pressoché sconosciute ai professori di fisica delle università italiane. Ricordo che egli ebbe a dire che quanto l'università gli aveva insegnato erano alcune nozioni di chimica e mineralogia ed una certa esperienza in tecniche della fisica sperimentale, principalmente della spettroscopia ottica e dei raggi X.

Per ben comprendere la profonda opera rinnovatrice che Fermi stava per iniziare allora in Italia, oscuro studente del terzo o quarto anno, apprezzato soltanto da un esiguo manipolo di professori e di compagni di scuola, occorre spiegare quali fossero le condizioni della fisica all'inizio degli anni venti. Alla fine del secolo scorso si credeva che le teorie che oggi chiamiamo classiche, le quali descrivono i fenomeni come un svolgimento spazio-temporale che obbedisce ad equazioni differenziali, fossero capaci, in linea di principio a spiegare tutti i fenomeni della materia non vivente. La meccanica e l'elettrodinamica sono, gli, esempi più perfetti di questo tipo di teorie. Persino la teoria della relatività, formulata da Einstein nel 1905, sebbene sconvolgesse, profondamente le nozioni comuni sullo spazio e sul tempo, era ancora una teoria del tipo classico. Ma nello stesso periodo, cioè nel primo decennio del secolo, lo studio degli scambi di energia tra radiazione e materia, conduceva lo stesso Einstein e Max Planck a formulare ipotesi ancor più rivoluzionarie, fino a che, nel 1913, Niels Bohr riusciva per la prima volta, basandosi su un modello dell'atomo proposto da Rutherford, a spiegare il più semplice degli spettri atomici, quello dell'idrogeno, con un'ipotesi profondamente "non classica" o come si disse "quantistica" sui possibili movimenti dell'elettrone nell'atomo e sugli scambi di energia tra l'elettrone e il campo elettromagnetico

Un anno dopo questa scoperta, che era destinata a rivoluzionare tutta la fisica, scoppiava la prima guerra mondiale che quasi annullava gli scambi di idee tra gli scienziati dei due campi avversi. Le teorie quantistiche continuavano a svilupparsi brillantemente, accompagnate da verifiche mediante ingegnose esperienze di spettroscopia, in Germania e nei paesi neutrali legati alla cultura tedesca, quali l'Olanda e la Danimarca, mentre poco di queste scoperte filtrava nei paesi alleati, e pressoché nulla in Italia. Alla fine della guerra, quando diverse annate dei periodici di fisica tedeschi, pieni di lavori teorici e sperimentali sui fenomeni quantistici, arrivarono tutte in una volta in Italia, scarsi furono i professori di fisica delle università italiane che vi gettarono sopra uno sguardo. Quel poco che lessero, lo trovarono repulsivo si rifiutarono di approfondirlo. Bisogna pur ammettere

che le considerazioni quantistiche di quell'epoca sembravano fatte apposta per disgustare uno scienziato abituato alle costruzioni logiche ed eleganti delle teorie classiche. Non si trattava invero di teorie propriamente dette, dove molti risultati particolari sono derivati con logica matematica impeccabile da pochi principi generali; erano piuttosto delle specie di ricette di cucina, con le quali, non si capiva come e perché, si riusciva a calcolare con precisione certe quantità caratteristiche degli atomi.

Ciò nonostante, sembra quasi incredibile che uno studente ventenne fosse, in quegli anni, la sola persona nelle università italiane ad approfondire le teorie quantistiche, leggendo tutto quanto era stato pubblicato in proposito, ed apportandovi persino contributi originali. Mancava infatti completamente in Italia il tipo del fisico teorico. I professori di fisica erano quasi esclusivamente degli sperimentatori, familiari soltanto con le teorie correnti in forma elementare, mentre la teoria classica nelle sue forme più elaborate, come la meccanica analitica o la teoria della relatività, era coltivata principalmente da persone di interessi essenzialmente matematici, tra cui scienziati insigni quali il Volterra e il Levi-Civita, che però non potevano essere ricettivi a quella miscela ibrida di teoria e di fatti sperimentali che era la nuova fisica quantistica. Fermi fu il primo, ed in quel momento l'unico, fisico teorico italiano del secolo.

Si può anche affermare che in quegli anni Fermi iniziasse la sua opera di maestro, poiché Luigi Puccianti, direttore dell'Istituto Fisico, persona di grande modestia, gli chiedeva spesso di tenere conferenze per insegnare le teorie quantistiche a professori e assistenti ed agli altri studenti. Nella primavera del 1922, dopo 4 anni d'università, Fermi aveva già al suo attivo importanti pubblicazioni di fisica teorica nei campi classici dell'elettrodinamica e della teoria della relatività, ciascuno dei quali lavori sarebbe stato ampiamente degno di servire come soggetto di una tesi di laurea. Ma, appunto a causa della situazione che ho descritto, non poté utilizzarli per una tesi poiché non vi era nessuno della Facoltà sufficientemente versato in quegli argomenti per poterli discutere. Presentò quindi una tesi sperimentale sopra un ingegnoso metodo per produrre immagini coi raggi X.

Fin da allora, infatti, Fermi era ben lontano dall'essere esclusivamente un fisico teorico, di quelli che interpretano soltanto esperimenti fatti da altri, come accade per la maggior parte dei fisici teorici anche, e forse specialmente, per i più celebri. Per esempio, per citare soltanto alcuni tra i grandissimi della nostra epoca, Bohr, Einstein, Heisenberg, Pauli, Dirac non hanno mai eseguito un esperimento. Fermi fu, fin quasi dagli inizi, un fisico completo, ugualmente attratto dagli esperimenti e dalle teorie, ed alternò le due forme di attività durante tutta la sua vita. Non si saprebbe dire se egli sia stato più grande nella teoria della statistica del gas ideale e in quella dell'emissione dei raggi beta, oppure nella scoperta sperimentale della radioattività provocata da neutroni e nella realizzazione del reattore nucleare. A pochissimi è dato di raggiungere le somme altezze in entrambi i campi: Galileo, Newton, Lord Kelvin, Helmholtz sono tra i rari fisici che gli si possono confrontare sotto questo riguardo.

Subito dopo la laurea, Orso Mario Corbino, che già da tempo conosceva Fermi e ne apprezzava le doti eccezionali, gli ottenne a Roma un posto di assistente nel suo istituto ed un incarico di matematica. Ma Fermi era ansioso di conoscere i grandi teorici

degli altri grandi paesi, sulle cui opere egli aveva studiato quelle teorie quantistiche che ormai rappresentavano l'indiscusso fronte di avanzata della fisica e che, in Italia, nessuno avrebbe potuto discutere con lui da pari a pari. Si recò quindi, con borse di studio, successivamente a Göttingen e a Leiden. A Göttingen fioriva un'attivissima scuola di teorici sotto la guida di Max Born, e Fermi ebbe occasione di incontrarvi alcuni coetanei, spiriti audaci e geniali, quali Dirac, Heisenberg, Jordan e Pauli, che poco dopo furono, insieme al Born stesso, gli artefici della nuova meccanica quantistica col metodo delle matrici. Per ragioni difficili da comprendere, lo scambio di idee tra Fermi e questi altri giovani teorici fu poco produttivo. Assai più proficuo per Fermi fu il soggiorno a Leiden, dove egli fu apprezzato al suo giusto valore da quel maestro della meccanica statistica, Ehrenfest, e da due suoi giovani allievi, Uhlenbeck e Goudsmit con cui Fermi rimase per tutta la vita legato da cordiale amicizia.

Tornato in Italia, Fermi ottenne, per iniziativa di Antonio Garbasso, un incarico di Fisica Matematica all'Università di Firenze, e qui, nel 1926, formulò e pubblicò la teoria statistica di un gas di particelle che obbediscono al principio di esclusione di Pauli, particelle che oggi in suo onore chiamiamo "fermioni". In Italia, egli era ancora noto soltanto a un ristretto gruppo di fisici e di matematici, e la fama gli giunse soltanto dopo che il valore delle sue scoperte fu riconosciuto all'estero. Nel settembre del 1927 ebbe luogo a Como un congresso internazionale di fisici per celebrare il centenario della morte di Alessandro Volta. Era presente tutto l'"almanacco di Gotha" della fisica mondiale; vi si contava una dozzina di vincitori di premi Nobel, e vi partecipavano i grandi artefici della fisica quantistica, come Bohr, Planck, Compton, Laue, Sommerfeld, Heisenberg e Pauli. Sommerfeld autorevolissimo maestro della scuola di Monaco, presentò una serie di risultati nei quali egli e i suoi allievi mostravano che tutti gli strani e classicamente inesplicabili fenomeni degli elettroni nei metalli erano immediatamente interpretabili nel quadro della nuova statistica di Fermi. Fu per questi un vero trionfo, e molti professori italiani rimasero stupiti che un giovane ventiseienne, appena noto in Italia, fosse già così celebre in Germania.

All'epoca di questo congresso, tuttavia, Fermi occupava già, dalla fine del 1926, una cattedra di Fisica Teorica a Roma, la prima istituita in Italia per iniziativa di Corbino. Comprendendo, a differenza di alcuni altri fisici italiani di quel periodo, che l'avvenire di questa scienza era nello studio dell'atomo interpretato sulla base delle teorie quantistiche, Corbino si propose di creare a Roma un centro dove si sviluppessero ed insegnassero queste nuove discipline, e Fermi era ovviamente la sola persona in grado di realizzare tale iniziativa. Intorno a Fermi si unì un piccolo gruppo di ricercatori, dei quali chi vi parla ebbe l'onore di essere il primo a far parte, ed al quale si aggregarono tosto, come primi studenti, Edoardo Amaldi, Emilio Segrè, ed altri che tanto hanno contribuito nel seguito al progresso della fisica in Italia e all'estero. Voglio anche ricordare la figura di Ettore Majorana, il solo del gruppo che potesse confrontarsi con Fermi per l'eccezionale intuito nell'analisi teorica, purtroppo scomparso in giovanissima età.

Senza questa provvida iniziativa del Corbino, è quasi certo che Fermi avrebbe presto lasciato l'Italia, poiché non gli mancavano offerte da università estere dove egli avrebbe trovato un ambiente propizio ai suoi studi. Dobbiamo quindi ancora una volta rendere

omaggio alla memoria dell'insigne maestro che permise a Fermi di svolgere la sua opera in Italia fino a poco prima dello scoppio della seconda guerra mondiale.

L'ambiente eccezionale che venne a crearsi intorno a Fermi, sotto l'egida di Corbino che si occupava dell'andamento dell'Istituto togliendo ai giovani, ogni preoccupazione amministrativa, è stato più volte rievocato da chi ebbe la fortuna di parteciparvi. La personalità unica di Fermi, la poca differenza di età tra docenti e discepoli, l'affinità negli interessi scientifici e persino nelle ricreazioni al di fuori dell'attività universitaria, creavano tra i membri dell'Istituto un'amicizia personale, un'affiatamento quali raramente hanno legato un gruppo di ricercatori. Nulla vi era di formale nel modo in cui Fermi ci insegnava le teorie fisiche più recenti, prima di tutte la nuova meccanica quantistica, ormai sviluppatasi in uno schema logico tale da rivaleggiare per l'eleganza e la perfezione con le teorie classiche. Si tenevano riunioni che si potrebbero chiamare seminari, ma senza alcun orario od altro schema prestabilito, su argomenti suggeriti sul momento da una domanda che uno di noi faceva a Fermi, o da qualche risultato sperimentale che avevamo ottenuto e che si trattava di interpretare, o infine da un problema che Fermi stava studiando e che aveva risolto o cercava di risolvere. In qualsiasi caso, Fermi procedeva a spiegare dei calcoli che scriveva sulla lavagna, col suo passo non troppo rapido ma costante, non accelerando nei passaggi facili e neppure rallentando sensibilmente davanti a difficoltà che avrebbero a lungo arrestato chi non possedesse la sua impareggiabile tecnica e l'intuito che gli faceva intravedere i risultati prima ancora di averli dimostrati. Spesso non ci accorgevamo al momento se Fermi stesse esponendo teorie già a lui o ad altri ben note, o se stessimo assistendo ad un nuovo passo che egli faceva ai confini tra il conosciuto e lo sconosciuto. Abbiamo così veduto più volte nascere una nuova teoria, che Fermi sviluppava, per così dire, pensando ad alta voce.

Mi sia anche permesso rilevare che questo eccezionale ed efficacissimo metodo di insegnamento in quel periodo felice che tutti coloro che vi parteciparono ricordano con nostalgia e rimpianto, è divenuto pressoché irrealizzabile nel mondo di oggi. A parte il genio e la personalità di Fermi, una condizione indispensabile per il formarsi di un ambiente come la scuola di Roma ai tempi di Corbino era il numero esiguo dei partecipanti. Il successo della fisica, e in certa misura di tutte le scienze, nelle applicazioni industriali e militari, il conseguente investimento di fondi cospicui in tutte le nazioni, e la moltiplicazione per un fattore di dieci o cento del numero di studenti ricercatori, hanno condotto indubbiamente ad un incremento quantitativo della messe di nuovi risultati; ma nello stesso tempo è innegabile che abbiano anche provocato un deterioramento qualitativo, non tanto del livello dell'insegnamento e della ricerca, quanto delle relazioni umane tra coloro che vi si dedicano. Un ambiente come quello creato da Fermi sarebbe inconcepibile in un Istituto con cinquanta o cento studenti; ed anche a causa degli ingenti finanziamenti, e relative complicazioni amministrative, che richiede la ricerca moderna, e del suo carattere intensamente competitivo.

Il gruppo dei fisici romani si componeva, in media, di una mezza dozzina di professori, e assistenti e una dozzina di studenti, ma l'esiguità del numero era ampiamente compensata dall'entusiasmo dei partecipanti e soprattutto dall'incomparabile guida di Fermi. L'attività negli anni 1927-31 si svolse quasi interamente nel campo della spettroscopia

atomica e molecolare, che fornisce la massima parte delle informazioni sulla struttura di questi sistemi, anche perché ne conoscevamo bene la tecnica ed avevamo strumenti adeguati. Fermi partecipava agli esperimenti e all'interpretazione teorica dei risultati. Egli non era, né fu mai, uno sperimentatore raffinato nelle tecniche di precisione, ma aveva una intuizione acutissima di quali fossero gli esperimenti cruciali per risolvere un determinato problema, ed andava diritto allo scopo senza curarsi di particolari inessenziali. Analogamente, nella teoria egli si avvaleva di qualunque mezzo lo portasse più direttamente al risultato, servendosi della sua padronanza dei mezzi analitici se il caso lo richiedeva, altrimenti ricorrendo a calcoli numerici, incurante di eleganze matematiche.

Tra gli importanti contributi teorici e sperimentali di Fermi e dei suoi collaboratori in quegli anni, ricorderò le ricerche sull'effetto Raman nelle molecole e nei cristalli, sugli spettri di assorbimento dei metalli alcalini, e sulle strutture iperfini delle righe spettrali. Inoltre Fermi, insieme al Thomas, propose una teoria statistica degli elettroni nell'atomo, ed organizzò un progetto di calcolo numerico delle autofunzioni degli elettroni atomici al quale collaborarono quasi tutti gli studenti, servendosi di macchine addizionali assai primitive in confronto dei calcolatori elettronici di oggi. Tuttavia, ne risultò una estesa serie di tabelle numeriche, pubblicate da questa Accademia, utilissime per varie applicazioni alle proprietà degli atomi.

Verso il 1931, Fermi ed anche gli altri del gruppo si avvedevano che l'avvenire della spettroscopia, ed in generale della fisica atomica, appariva piuttosto limitato, in quanto la teoria rendeva conto di gran parte dei fenomeni osservati e non sembrava lasciar posto per nuove scoperte fondamentali. Fermi prevedeva che l'interesse si sarebbe spostato dalle parti esterne dell'atomo a quella particella, circa centomila volte più piccola in diametro che l'atomo stesso, che ne occupa il centro e che chiamiamo il nucleo.

Del nucleo a quei tempi si conoscevano diverse proprietà. Si sapeva che la maggior parte dei nuclei che esistono in natura sono stabili, altri radioattivi, cioè si trasformano spontaneamente in nuclei di elementi diversi, cambiando il valore della carica elettrica. Il processo radioattivo ha luogo con l'espulsione di una particella alfa o nucleo di elio; oppure con l'espulsione di un elettrone, o particella beta. Ambedue i fenomeni sono spesso accompagnati da emissione di radiazione elettromagnetica sotto forma di raggi gamma. Tutto questo dimostrava che il nucleo, come l'atomo, è una particella composta e il problema era anzitutto di indagarne i componenti e le forze che li tengono insieme. Poiché a quei tempi le sole particelle fondamentali che si conoscevano erano il protone, o nucleo dell'idrogeno, e l'elettrone, si riteneva che questi fossero i materiali dei quali erano costituiti i nuclei di tutti gli elementi chimici. Mentre l'emissione delle particelle alfa si spiegava almeno approssimativamente con la meccanica quantistica, restavano inesplicabili sia la presenza di elettroni nel nucleo, sia certe particolarità della loro emissione.

Avevamo già cominciato ad imparare le tecniche per lo studio dei fenomeni radioattivi, a noi prima sconosciute, come del resto quasi tutti gli altri fisici italiani, quando i lavori dei coniugi Curie e di Chadwick rivelarono l'esistenza nei nuclei di una nuova particella che venne chiamata il neutrone, di carica elettrica nulla e massa circa uguale a quella del protone.

Majorana, indipendentemente dai teorici degli altri paesi, fu tra i primi a suggerire che il nucleo si componesse esclusivamente di protoni e di neutroni, e sviluppò teorie particolareggiate al riguardo, che purtroppo, malgrado i consigli di Fermi, non pubblicò subito considerandole premature. Tutte le difficoltà relative alla presenza degli elettroni nel nucleo venivano eliminate di colpo, ma ne sorgeva una nuova: come poteva allora il nucleo emettere degli elettroni? Pauli suggerì, ma timidamente e senza osare pubblicarla, l'ipotesi che l'elettrone fosse creato all'atto della sua emissione, insieme ad un'altra particella invisibile, di carica nulla, quella che poi fu da Fermi chiamata il neutrino.

Nell'autunno del 1933 Fermi ci mostrò un articolo che aveva meditato e scritto nelle prime ore del mattino da parecchi giorni, già in forma completa di tutti gli sviluppi matematici, su una teoria dell'emissione dei raggi beta fondata sull'ipotesi di Pauli del neutrino, dalla quale si deducevano risultati precisi sulle caratteristiche quantitative del fenomeno. Poche teorie della fisica moderna sono state così feconde di risultati, ed hanno resistito per oltre un trentennio al turbinoso progresso come la teoria di Fermi dei raggi beta, che ancor oggi domina non più soltanto l'ordinario processo beta (che rappresenta la trasformazione di un neutrone in un protone, con creazione di un elettrone ed un neutrino) ma anche numerose trasformazioni di particelle instabili recentemente scoperte.

Questa teoria rappresenta certamente la creazione teorica più importante e originale di Fermi, che da sola sarebbe bastata per immortalare un fisico. Ma a pochi mesi di distanza, nell'aprile del 1934, egli faceva una scoperta sperimentale non meno importante, quella della radioattività provocata da bombardamento di nuclei con neutroni. Irène Curie e Frédéric Joliot avevano creato nuclei radioattivi tra gli elementi più leggeri bombardandoli con particelle alfa; Fermi trovò che i neutroni erano molto più efficaci, poiché l'assenza di carica permetteva loro di penetrare anche nei nuclei degli elementi pesanti. Con un lavoro febbrile, a cui parteciparono oltre a Fermi tre fisici, Amaldi, Segrè e chi vi parla, ed un chimico, D'Agostino, furono creati e studiati oltre quaranta nuovi isotopi radioattivi. Nell'autunno successivo si aggiunse al nostro gruppo Pontecorvo, e tosto scoprimmo gli effetti sorprendenti che certe sostanze, l'acqua e la paraffina, producevano nell'intensificare la radioattività indotta quando si trovassero nelle vicinanze della sorgente di neutroni e dell'elemento bombardato. Non passò un giorno che Fermi aveva già trovato la spiegazione di questi effetti paradossali nel rallentamento che i neutroni subiscono urtando più volte contro i nuclei di idrogeno contenuti nell'acqua o simili sostanze. Seguì una nuova ondata di scoperte di isotopi radioattivi e tra l'altro investigammo a lungo i molteplici prodotti derivati dal bombardamento dell'uranio. Avevamo, senza rendercene conto, prodotto il fenomeno della fissione del nucleo, come dimostrarono soltanto quattro anni più tardi Hahn e Strassmann.

Mi piace ricordare che allorché Fermi si accorse della sua grande scoperta, necessitando urgentemente fondi per svilupparne le conseguenze, con la massima sollecitudine, telefonò al Dr. Magrini, allora segretario del Consiglio Nazionale delle Ricerche, chiedendogli un sussidio di lire 20.000, che gli fu fatto pervenire in un paio di giorni, e fu seguito da altre lire 60.000 qualche mese più tardi. Queste somme, che oggi fanno sorridere, anche se teniamo conto della svalutazione della lira, rappresentavano allora una vera ricchezza, superando l'intera dotazione annuale del nostro Istituto, e permisero di sfruttare, in

Italia la scoperta di Fermi. Talvolta, nella ricerca scientifica, un piccolo contributo, dato immediatamente e senza troppe restrizioni nell'uso, può produrre incomparabilmente di più che una grossa somma che si deve attendere per un lungo periodo. Oggi queste fortunate circostanze sarebbero difficili, se non impossibili, da realizzare.

Per tre anni ancora Fermi continuò a lavorare nel campo dei neutroni, e sono del 1935-36 le sue estese pubblicazioni, in collaborazione con Amaldi, sulla diffusione dei neutroni nella materia e sul loro assorbimento selettivo da parte di vari elementi. Egli acquistò così un'esperienza unica fra tutti i fisici sul comportamento dei neutroni, che doveva poi riuscirgli preziosa nello sviluppo del reattore nucleare.

Ma in quegli anni la tempesta che si addensava sull'Europa e più tardi doveva coinvolgere il mondo, cominciava a rendere più difficili le attività del gruppo romano, assottigliandosi per via di coloro che andavano cercando in altri paesi un clima di libertà e di pace più propizio allo svolgersi della ricerca scientifica. Quando l'alleanza dell'Italia con la mostruosa tirannide che dominava in Germania e la conseguente persecuzione razziale resero la situazione ancor più insopportabile, alcuni di noi, e tra questi Fermi, decisero di emigrare. Come è ben noto, Fermi approfittò di un viaggio a Stoccolma per ricevere il premio Nobel, assegnatogli per la scoperta della radioattività indotta da neutroni, e della simultanea offerta di una cattedra alla Columbia University di New York, per lasciare definitivamente l'Italia.

Ricorderò soltanto in brevi parole le attività di Fermi successive al periodo italiano. Alla Columbia University egli iniziò immediatamente un programma di studi diretto ad investigare la possibilità di una reazione nucleare a catena basata sulla fissione dell'uranio, scoperta poco prima del suo arrivo in America. Più tardi queste ricerche furono trasferite ad un apposito centro creato presso l'Università di Chicago, dove, il 2 dicembre 1942, Fermi ottenne il funzionamento del primo reattore, base di tutte le applicazioni pratiche dell'energia nucleare. Questa realizzazione richiese il contributo di tutte quelle doti di fisico teorico, di sperimentatore e di ingegnere che pochissime volte nella storia della scienza si trovarono riunite in così alto grado in una singola persona.

In seguito, Fermi si trasferì, senza funzioni specifiche ma come consulente dei vari gruppi di ricerca, al laboratorio ultrasegreto di Los Alamos, dove furono messe a punto le prime armi nucleari.

Tornato a Chicago dopo la fine delle ostilità, Fermi si dedicò dapprima ad una serie di esperienze, completate da considerazioni teoriche, sull'ottica di fasci di neutroni, attraversanti reticoli cristallini, in cui si producono fenomeni analoghi a quelli ben noti per i raggi X. Come al solito, questo gruppo di lavoro di Fermi è un modello di perfezione, e così completo che ben poco è rimasto da fare sull'argomento.

Esaurito il lavoro su neutroni, Fermi sviluppò anche una teoria dell'origine della radiazione cosmica, che, se non può considerarsi definitiva, contiene certamente alcune delle idee più interessanti e feconde proposte in questo campo.

A questo punto della sua carriera, Fermi, come al principio degli anni trenta aveva abbandonato la spettroscopia per dedicarsi allo studio più fecondo dei fenomeni nucleari, volse la sua attenzione verso un nuovissimo campo che cominciava a rappresentare la punta più avanzata nel progresso verso la conoscenza dei misteri della natura inanima-

ta: quello della fisica delle particelle elementari, cioè degli effetti che si manifestavano nelle collisioni ad altissime energie. Dapprima questi fenomeni potevano essere studiati soltanto nella radiazione cosmica, che infatti nel periodo seguente al 1937 condusse alla scoperta di tutta una serie di nuove particelle, assenti sulla Terra a causa della loro vita effimera che non supera, per quelle più stabili, un milionesimo di secondo. Furono scoperti successivamente il muone, positivo e negativo, i pioni, positivo, negativo e neutro, e infine più tardi le famiglie di particelle dette “strane”, delle quali molte di massa superiore a quella del protone.

Con lo svilupparsi degli acceleratori di grande energia, divenne possibile creare le nuove particelle in laboratorio, con gli immensi vantaggi di ottenere altissime intensità in fasci ben definiti, invece delle scarsissime particelle cadenti in luogo, tempo e direzione casuali come ci sono offerte dalla Natura nei raggi cosmici. Tra i primissimi grandi acceleratori, entrò in funzione il sincrociclotrone di Chicago, costruito apposta per Fermi nel nuovo “Institute for Nuclear Studies” che ora porta il suo nome, e capace di produrre pioni in gran copia. Fermi si lanciò col consueto entusiasmo nelle esperienze e nella teoria di questi nuovi fenomeni, ed in breve ottenne risultati fondamentali sull’interazione tra i pioni e i nucleoni (cioè i protoni e neutroni, costituenti del nucleo).

Fermi aveva ormai assunto, agli inizi degli anni cinquanta, una posizione unica di autorità e di prestigio nella fisica mondiale, potendo vantare allo tesso tempo alcuni tra i contributi più fondamentali alle teorie dell’atomo, del nucleo e delle particelle elementari, e d’altra parte l’aver aperto la strada, prima con la scoperta delle proprietà dei neutroni, poi con la realizzazione della prima scoperta della reazione a catena, alla nuova era atomica. Università, accademie ed altre organizzazioni scientifiche in due continenti, facevano a gara, per ottenere la sua partecipazione a congressi, simposi, corsi speciali estivi, poiché la sua presenza e soprattutto la lucidità e profondità delle sue esposizioni, l’entusiasmo che egli sapeva suscitare nell’ambiente dei fisici con la sua prodigiosa facoltà di analizzare e spesso risolvere i più disparati problemi teorici o sperimentali che gli fossero posti, bastavano per rendere una di queste manifestazioni un evento memorabile. In questo periodo egli tornò a più riprese in Italia, tenendo serie di conferenze sulla fisica delle particelle, tra le altre per l’ultima volta quelle della Scuola della Società Italiana di Fisica a Varenna nell’estate del 1954. Non molto tempo dopo il suo ritorno in America, una malattia che già da tempo insidiava la sua robustissima costituzione lo conduceva alla morte il 29 novembre 1954, in età di 53 anni.

Dopo aver riassunto in modo sommario la formazione scientifica di Fermi e la sua attività creativa nella fisica teorica e sperimentale, rimane ancora da mettere in rilievo, le caratteristiche dell’uomo, le quali, non meno forse di quello dello scienziato, ebbero una parte essenziale nel rinnovamento da lui operato nella fisica italiana.

I tratti del carattere di Fermi che già colpivano chi lo conosceva superficialmente, e si confermavano vieppiù in chi aveva occasione di lavorare con lui, potrebbero essere descritti al modo seguente. Anzitutto egli possedeva un inflessibile forza di volontà, una incredibile capacità di lavoro fisico e mentale e un grado di autosufficienza, scientifica e probabilmente anche morale, che chi vi parla non ha conosciuto in alcuna altra persona. Non soltanto egli non aveva avuto bisogno di maestri, imparando la matematica e la

fisica da sè; ma più tardi egli cessò anche di apprendere dai libri o dai lavori originali di altri autori. Gli bastava farsi un'idea dal titolo del contenuto di un articolo, e sosteneva che gli era molto più facile e comodo farsi il lavoro da sè, anziché seguire la trattazione di un altro. Ma direi di più: sebbene certamente egli gradisse che i suoi lavori fossero apprezzati dai suoi pari, sebbene egli amasse discuterne, e soprattutto l'insegnamento, nel quale eccelleva, gli desse soddisfazione e piacere, credo che Fermi non avrebbe avuto bisogno di queste motivazioni accessorie per dedicare alla fisica tutta la sua vita.

Fermi era schivo di ogni sorta di onori (che pur gli furono tributati senza che li avesse cercati), e ancor più di incarichi non strettamente scientifici, che potessero portargli via una parte del tempo prezioso dedicato alla ricerca e all'insegnamento. Così, quando l'Università di Chicago creò per lui l'Istituto di Studi Nucleari, Fermi, malgrado le insistenze delle autorità e colleghi, si rifiutò recisamente di assumerne la direzione, che avrebbe implicato funzioni amministrative. Si limitò a conservare per sé alcune stanze di ricerca e la posizione di insegnante.

Se qualche rara volta accettò mansioni che non fossero di insegnamento, o di ricerca, lo fece non per suo gusto, ma per senso del dovere, che era in lui spiccatissimo: dovere verso la famiglia, gli amici e discepoli, e le istituzioni delle quali faceva parte. A questo sentimento del dovere, si univa in lui un inflessibile spirito di onestà e integrità, la repugnanza per ogni forma di ingiustizia e di compromesso con la morale. Nulla lo disgustava quanto il malcostume, purtroppo non sempre rimasto estraneo all'ambiente universitario italiano, delle manovre dei candidati e dei loro protettori nei concorsi universitari. Fermi si valse della sua influenza per ristabilire, almeno nel campo della fisica, condizioni nelle quali il merito personale fosse il solo titolo valido senza distinzione di scuole.

Sotto l'influenza di Fermi si sviluppò così una generazione di giovani fisici dedicati alla scienza, all'insegnamento ed alieni dagli intrighi della politica universitaria, creando nell'ambiente quelle condizioni necessarie per un alto livello scientifico, che consistono non soltanto nell'accogliere i giovani più intelligenti e produttivi, ma anche nell'incoraggiarli con un riconoscimento proporzionato al merito di ciascuno. Viceversa, è ben noto che i favoritismi sono un mezzo efficacissimo per selezionare, nell'università come in qualunque organizzazione, gli elementi più scadenti.

In breve la fama di Fermi si estese da Roma alle altre università italiane, dove cominciarono a formarsi nuclei di giovani ricercatori e insegnati avidi di cimentarsi nei nuovi campi della fisica. Molti di essi venivano a Roma per visite più o meno prolungate, o addirittura vi rimanevano per anni. Tra questi giovani che poi tanto hanno contribuito al progresso della fisica in Italia o all'estero, ricorderò soltanto Gilberto Bernardini, Giuseppe Cocconi, Ugo Fano, Giulio Racah, Bruno Rossi e Gian Carlo Wick. L'Istituto Fisico di Roma era pure divenuto meta di pellegrinaggio per un gran numero dei più brillanti giovani teorici europei e americani.

Con la fama di Fermi, l'interesse per la fisica moderna penetrava e si espandeva nell'ambiente universitario italiano, mentre ogni giorno diminuiva l'influenza delle tradizioni della fisica sperimentale della vecchia maniera. Tra i giovani più intelligenti che si iscrivevano nelle università, molti sceglievano la fisica. Non erano quelli che cercavano

una laurea facile o una comoda carriera, ma i pochi animati dal sacro fuoco per una scienza che appariva in una fase di prodigiose scoperte e di quasi totale rinnovamento.

Malgrado l'emigrazione di Fermi e di alcuni dei suoi allievi e discepoli, la sua tradizione non fu perduta neppure durante la seconda guerra mondiale e negli anni durissimi che la seguirono, grazie all'opera coraggiosa e instancabile di quelli che erano rimasti. Superando difficoltà di ogni genere, il piccolo manipolo dei fisici italiani continuò a portare contributi nei campi più moderni, tra cui quello delle nuove particelle, e ad espandersi attraendo nuove generazioni di brillanti allievi.

Sebbene oggi molti dei giovani fisici italiani, che con la loro opera tengono alto nel mondo il nome del Paese, abbiamo appena un vago ricordo di Enrico Fermi, o non l'abbiamo conosciuto del tutto, essi sanno che la tradizione di integrità, di scrupolosa serietà scientifica, di alto livello nella ricerca, che oggi regna nella fisica italiana, è stata da lui instaurata, e che a Fermi si deve se il distacco tra l'Italia e i Paesi scientificamente più progrediti il quale, nella fisica, agli inizi del secolo sembrava incolmabile, è oggi invece minore che in molti altri campi della scienza della natura.