

Titolo (La formazione del giovane fisico sperimentale Enrico Fermi)

Titolo 1

L'immenso contributo di Fermi al progresso della Fisica Teorica è stato ampiamente illustrato dal contributo di Paolo Rossi; ma Fermi ha anche dato dei formidabili impulsi alla Fisica Sperimentale, in particolare nell' *annus mirabilis* 1934, con le scoperte in via Panisperna che gli hanno procurato una fama internazionale e valso il Premio Nobel nel 1938 per aver effettuato:

- 1) *scoperta della radioattività artificiale indotta da neutroni*: e cioè che anche i neutroni, oltre alle particelle alfa usate dai Joliot-Curie pochi mesi prima, potevano rendere instabili i nuclei atomici e di conseguenza provocarne il decadimento radioattivo; in aggiunta, potevano così essere attivati anche nuclei pesanti;
- 2) *scoperta di due elementi artificiali*: l'evidenza della produzione di due elementi non presenti in Natura, di numero atomico $Z = 93$ e $Z = 94$, scoperta che quasi subito fu messa in dubbio dalla fisica tedesca Ida Noddack, ma confermata da altri sperimentatori americani ed europei;
- 3) *rallentamento dei neutroni veloci*, detto anche *effetto paraffina*: la scoperta e messa a punto del meccanismo di rallentamento dei neutroni veloci prodotti in processi nucleari, rallentamento causato dalla loro interazione multipla con nuclei di elementi leggeri, cioè, di basso peso atomico; questo grande risultato permetteva non solo di rendere più efficace fino ad un fattore 100 l'attivazione di nuclei atomici, ma renderà controllabili le reazioni a catena nei reattori nucleari.

Inoltre, e solamente 8 anni dopo, nel 1942, con la Guerra che dopo Pearl Harbor era ormai divenuta mondiale, nel *Metallurgical Laboratory* dell'Università di Chicago, Fermi diresse la progettazione e la costruzione del primo reattore nucleare della storia per produrre mediante l'attivazione dell'U-238, il plutonio ($Z = 94$!), il nuovo materiale fissile artificiale di recente scoperto, dando il via alla prima reazione di fissione nucleare controllata, e quindi a quella che adesso chiamiamo, forse in maniera un po' troppo romantica, *Era Atomica*.

Il giovane Enrico, venendo a Pisa dalla dinamica Roma umbertina, trovò in questa piccola e tranquilla cittadina toscana un clima ben lontano da quello che egli stesso con i suoi Collaboratori avrebbe contribuito a costruire e che nessuno, negli anni '20, poteva immaginare; un ambiente, in una piccola Università di provincia dove il ricordo di Galilei era molto sfumato, con una comunità di Professori colti, ma blandamente interessati a quello che stava covando da anni sotto la cenere della vecchia Scienza, anzi, che stava già divampando in Fisica, con nuove e rivoluzionarie teorie, formidabili e inaspettati risultati sperimentali, in tutta Europa.

Certo, la Grande Guerra, spingendo la maggior parte di scienziati a contribuire ad uno spasmodico sviluppo tecnologico, aveva congelato l'anelito al Progresso Scientifico che col volgere del nuovo secolo stava riprendendo, come testimoniano anche le Conferenze Internazionali di Filosofia del 1900, 1904, 1909 e, a Bologna nel 1911, alle quali il matematico Federico Enriquez, pisano di formazione e di studi, aveva dato un contributo particolarmente significativo. Le armi sul campo, ma soprattutto le ideologie nazionali che stavano imperando, rallentarono e non poco la circolazione di nuove idee tra le giovani menti d'Europa.

Agli inizi del XX secolo, nei principali Laboratori di Fisica europei (ma forse dovremmo dire più correttamente, in Francia, in Germania, in Gran Bretagna...) si stava producendo un mutamento sottile ma inevitabile nelle modalità con le quali si andava organizzando e realizzando la ricerca sperimentale in Fisica.

Infatti, solo pochi anni prima, Henry Becquerel, Wilhelm Roentgen, Joseph J. Thomson, operavano nei propri Laboratori in una solitudine che era una caratteristica di quelle ricerche: strumenti costruiti a mano con la collaborazione di pochi e valenti tecnici, nuove idee che venivano messe alla prova potremo dire dalla sera alla mattina, dopo appassionate ma rapide discussioni con i pochi assistenti.

E con il *caso* che era stato protagonista, in quel periodo pionieristico nel quale la Fisica vedeva piano piano mettere in discussione i principali assunti che apparivano inattaccabili, dopo la grande stagione che nella seconda metà dell'Ottocento, con i contributi di James C. Maxwell e Ludwig Boltzmann, aveva reso armonico il quadro delle molte evidenze sperimentali nei numerosi fenomeni elettrici e magnetici, ma aveva anche introdotto una nuova ipotesi, quella statistica, che collegava la descrizione macroscopica della materia con una nuova visione microscopica.

La scoperta della radioattività naturale, ad esempio, effettuata da Henry Becquerel nel 1896, quando le radiazioni emesse dall'uranio furono casualmente rivelate mediante l'utilizzo di una lastra fotografica lasciata nel medesimo cassetto di una scrivania, indica bene come fosse ancora possibile arrivare a scoperte sensazionali con il lavoro di un singolo scienziato, nella solitudine del suo Laboratorio.

Ma già agli inizi del Novecento, nel *Cavendish Laboratory* a Cambridge o nel *Institute du Radium* di Pierre Curie e Maria Sklodowska, a Parigi, si cominciava a realizzare quel mutamento nella modalità di svolgere le attività di ricerca che gradualmente porterà prima alla formazione di piccoli ma ben strutturati Gruppi di Ricerca, e quindi, ma saremo già verso la seconda metà del Novecento (con il Progetto Manhattan...), alla necessaria organizzazione quasi industriale del lavoro dei ricercatori, in particolare in quella branca della Fisica che prenderà il nome di *Fisica delle Alte Energie* e che proprio dal lavoro di Fermi trasse creativa linfa vitale.

Ecco che in questo panorama si viene a formare la caratteristica più peculiare del giovane Fermi: la presenza contemporanea di una grande facilità nell'elaborazione di nuove idee e di formalizzarne la struttura dal punto di vista matematico, tipico del fisico teorico, e la sorprendente capacità di collaborare con grande efficienza con altri colleghi nel condurre esperimenti via via sempre più complessi ma costantemente innovativi, sempre di frontiera.

E allora, se da un lato la formazione del Fermi, fisico teorico, come ha spiegato Paolo Rossi, avviene gradualmente fin dagli anni liceali, su libri, manuali, testi che di per sé possono essere sufficienti a fornire ad una mente brillante tutti gli elementi per svilupparne la potenzialità, da un altro dobbiamo capire come il giovane Fermi riesca in poco tempo, a Pisa, nel Regio Istituto di Fisica di Piazza Torricelli, ad imparare un *mestiere*, quello del fisico sperimentale, che lo porterà a vincere il Premio Nobel e a guidare imprese davvero inimmaginabili solo pochi anni prima.

Diventa quindi necessario andare a conoscere meglio il clima, le persone, le competenze che a Pisa Fermi ha trovato, in quel novembre del 1918 che passerà alla Storia, quando, dopo Vittorio Veneto, anche per l'Italia, si concludeva la travagliata vicenda della Grande Guerra, così tragica per milioni di giovani di tutta Europa.

Titolo 2 (La Fisica a cavallo degli anni '20)

Alla soglia degli anni '20, quando a Pisa i giovani studenti Enrico Fermi, Nello Carrara e Franco Rasetti cominciavano a pensare al lavoro di tesi, la Fisica sperimentale aveva da tempo realizzato fondamentali scoperte che da un lato permettevano la validazione della rivoluzionaria teoria, la Meccanica Quantistica, che stava offrendo una descrizione rivoluzionaria dei sistemi atomici, e dall'altra, stavano aprendo scenari completamente nuovi nello studio della Natura.

Ernest Rutherford nel 1911, in seguito ad un esperimento semplice ma geniale eseguito due anni prima a Manchester, aveva mostrato che l'atomo era fatto in massima parte di vuoto, con un piccolo ma massivo nucleo di carica positiva nel suo centro, falsificando quindi il modello a panettone di J. J. Thomson. E nel '19 al fisico neozelandese riuscì per la prima volta la trasmutazione di un elemento chimico in un altro bombardando l'azoto con particelle alfa e ottenendo un isotopo dell'ossigeno

Su un altro fronte, gli spettroscopisti con il loro lavoro metodico, meticoloso, certosino, da anni avevano messo in crisi l'Elettromagnetismo classico, mostrando come quella bellissima teoria sintetizzata da Maxwell, pur riuscendo a spiegare quasi tutti i fenomeni elettrici e magnetici, e che era stata in grado di prevedere l'esistenza delle Onde Elettromagnetiche, bene, quella teoria non riusciva a spiegare affatto la struttura discreta degli spettri di assorbimento e di emissione, con la presenza di righe che apparivano con una loro sorprendente ma ancora inspiegata regolarità.

Adesso, quelle stesse misure stavano portando numerose conferme alla Meccanica Quantistica.

Su di un altro fronte, era stata da poco realizzata, nel '19, la prima conferma osservativa della nuova Teoria della Gravitazione che Albert Einstein, nel bel mezzo del conflitto europeo, aveva proposto con il nome di *Relatività Generale* e della quale Sir Arthur Eddington aveva fornito una prima verifica con la misura dello spostamento apparente della posizione di una piccola stella, durante un'eclisse di sole, nella lontana Isola di Sao Tomé, al largo dell'Africa equatoriale.

A Pisa, dove la Fisica era da sempre sostanzialmente sperimentale, era proprio la spettroscopia uno dei campi di studio che rappresentava, assieme all'elettromagnetismo, la punta di diamante di una ricerca che aveva per il resto ancora le sue radici nell'Ottocento, quando aveva raggiunto sensazionali risultati con il lavoro di Antonio Pacinotti

A questi, infatti, era stato riconosciuto anche se tardivamente il merito di aver inventato il motore elettrico che aveva rivoluzionato la maggior parte delle macchine industriali, e non solo queste.

Era quindi più che naturale che i giovani studenti fossero indirizzati agli studi spettroscopici nell'Istituto del nuovo Direttore, il Prof. Luigi Puccianti.

Questi, era tornato a Pisa proprio nel 1917, chiamato dopo la morte di Angelo Battelli il quale era stato il suo relatore della tesi, nel 1898, che verteva su *Ricerche radiometriche sull'assorbimento di alcuni liquidi per la parte ultrarossa dello spettro*.

Durante la sua permanenza negli Atenei di Genova, Torino e quindi Firenze, Puccianti aveva lavorato su temi di grande interesse, e tuttavia, cambiato sovente area di ricerca. L'ultimo suo lavoro, a Firenze, prima di arrivare a Pisa, riguardava la verifica della Legge di Stefan-Boltzmann alle temperature più basse accessibili a quel tempo.

Negli anni nei quali l'Istituto era frequentato da Fermi, Rasetti e Carrara, il Prof. Puccianti, cambiando ancora una volta argomento, iniziò a studiare i Raggi X, i penetranti raggi scoperti casualmente da Roentgen, in Germania, nel 1895. Questa nuova radiazione da un paio di decenni stava fornendo l'indicazione ai fisici che nell'atomo, oltre alla configurazione elettronica più esterna interagente con la radiazione elettromagnetica nello spettro del visibile, al suo interno, altri legami, molto più forti tenevano gli elettroni legati al nucleo; oppure, come la Meccanica Quantistica stava ipotizzando in uno scenario teorico completamente innovativo, si avevano transizioni tra livelli energetici stazionari molto intensi che ben descrivevano lo stato degli elettroni nell'atomo.

Titolo 3 Nello Carrara

In effetti, un problema ancora aperto, in quei primi anni Venti, era la determinazione della lunghezza d'onda dei Raggi X. Il Prof. Puccianti aveva proposto questo tema, nuovo almeno per Pisa, a Nello Carrara. Subito dopo la conclusione della sua tesi, Carrara si cimentò su un ulteriore sviluppo, proponendo un metodo assai differente rispetto a quello che Bragg (o meglio, i Bragg, padre e figlio che per questo metodo ricevettero entrambi il Premio Nobel nel 1915) aveva introdotto da poco.

Il giovane fisico intendeva utilizzare un reticolo di diffrazione per intercettare i raggi in direzione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione, soluzione assai diversa da quella che prevedeva angoli di incidenza molto vicini a zero.

Il tentativo di Carrara non riuscirà, non per motivi di metodo ma per questioni squisitamente tecniche legate alla accuratezza nelle procedure meccaniche per realizzare le fenditure sulla lente utilizzata. Ma quando due anni più tardi Arthur Compton, all'Università di Chicago, riuscirà nell'impresa e per questo vincerà il Premio Nobel, si ricorderà dell'idea del giovane pisano, che aveva avuto la medesima idea, a soli 22 anni. Carrara lascerà presto il lavoro sui Raggi X per dedicarsi ad un argomento che non abbandonerà più, lo studio delle microonde; e che in fondo non sono altro che un intervallo di frequenze simmetrico a quello dei Raggi X, rispetto alla luce visibile! E il caso volle che nella sua permanenza pluridecennale quale Docente all'Accademia Navale di Livorno, nel 1936, incontrasse un giovane ufficiale, ingegnere, Ugo Tiberio, con il quale, dopo aver raccolto evidenze sperimentali sui '*disturbi*' registrati da un fascio di microonde al transitare di navi davanti all'Accademia, in seguito propose l'applicazione di questi primi esperimenti che portarono rapidamente al progetto e costruzione del primo radar italiano.

Come si vede, il *mestiere* imparato in Piazza Torricelli aveva dato frutti rigogliosi, in molti campi!

Titolo 4 (Il 'quasi ingegnere' Franco Rasetti).

L'altro studente fu Franco Rasetti, il primo 'ingegnere mancato' vittima, se così si può dire, di Enrico Fermi.

Dalla Facoltà di Ingegneria all'inizio del III anno, decise di passare a Fisica, forse affascinato dalla facilità con la quale Fermi spiegava i concetti della fisica e della matematica a questo magro e dinoccolato studente umbro, ma con padre fiorentino, Docente di Agraria che portava le nuove conoscenze e le nuove tecniche a giro per le campagne.

Quando dieci anni dopo Fermi sarà Docente a Roma, saranno altri i 'mancati ingegneri' che stavolta, anche per la fama raggiunta dal fresco titolare della cattedra di Fisica Teorica, egli attirerà nel Laboratorio di via Panisperna. E nel 1931 sarà un altro studente d'ingegneria di Pisa che addirittura lascerà la città natale per raggiungere il grande fisico che era stato amico del fratello Guido: era Bruno Pontecorvo che dall'ottobre del 1934 sarà a fianco di Fermi e di Rasetti nella scoperta del rallentamento dei neutroni, con Emilio Segrè ed Edoardo Amaldi, ed il chimico Oscar D'Agostino.

Dalle parole di Rasetti:

Nell'inverno 1918 incontrai Enrico Fermi. Diventammo amici intimi e imparai da lui molta più fisica che dai professori. Fu indubbiamente grazie alla sua influenza che al terzo anno decisi di abbandonare ingegneria e diventare studente di fisica.

Immediatamente m'impressionò per la sua prodigiosa comprensione e conoscenza della matematica e della fisica.

A Pisa, durante gli anni di Università, dunque, Rasetti e Fermi divennero presto amici molto stretti; forse li accomunava la passione per la nuova fisica, forse l'essere entrambi giovani, poco più che diciassettenni, in una cittadina accogliente, lontani da casa, a vivere le prime inebrianti sensazioni di poter affrontare la vita e seguire le proprie passioni, in piena libertà.

Rasetti, concluse il suo percorso di studi lavorando ad una tesi di laurea sulla *Dispersione anomala nei vapori dei metalli alcalini*.

Lo spettroscopista umbro aveva gradualmente acquisito quella raffinata sensibilità di sperimentatore che, quando egli arrivò in California, nel '28, al CalTech, gli permise di compiere innovative misure sull'Effetto Raman in atomi di azoto; le misure estremamente raffinate resero possibile per la prima volta escludere che il nucleo dell'atomo contenesse elettroni, e quindi falsificare la teoria che prevedeva la presenza nel nucleo di elettroni e protoni.

Il mistero della composizione del nucleo fu risolto, ma solamente tre anni dopo, con la scoperta del neutrone, identificato da Chadwick, in Gran Bretagna, in un geniale esperimento al Cavendish Lab.; e questo aprì la strada alle ricerche che Fermi iniziò nel '34 avendo accanto proprio il vecchio amico Franco Rasetti.

Dopo la preparazione della tesi di laurea, Rasetti ebbe occasione di tornare a lavorare con Fermi nel '24, a Firenze, dove entrambi vennero chiamati ancora giovanissimi ad occupare per incarico due insegnamenti, Fisica Matematica, Fermi, Spettroscopia, Rasetti. Lavorarono in Laboratorio, mettendo a punto nuovi strumenti per condurre ricerche sugli spettri atomici e molecolari generati da radiazione elettromagnetica di bassa energia.

Di quelle ricerche lo stesso Rasetti dirà:

'Esse descrivono la seconda avventura di Fermi nel campo sperimentale dopo parecchi anni di lavoro teorico, dimostrano la sua ingegnosità nel trattare con tecniche non familiari; e costituiscono il primo esempio di una ricerca sugli spettri atomici per mezzo di campi a radiofrequenza, una tecnica che avrebbe avuto numerose applicazioni più tardi.'

Ancora qualche anno, e dopo esperienze in vari campi della nuova Fisica, i due vecchi amici, inizieranno il percorso che li porterà, a Roma nel 1934, assieme a nuovi giovani ad essere il Gruppo di Ricerca più avanti in Fisica Nucleare.

La formazione di Fermi come fisico sperimentale

Dopo aver descritto anche se per sommi capi l'atmosfera ed il lavoro presso l'Istituto di Fisica di Piazza Torricelli, adesso possiamo seguire meglio il percorso di Enrico Fermi sulla strada della fisica sperimentale.

Parallelamente all'intenso e continuo studio della matematica e della fisica, durante gli anni liceali il giovane Enrico aveva la consuetudine di condurre piccoli esperimenti, inizialmente assieme al fratello Giulio, di poco più grande ma che purtroppo morì in seguito ad una infezione di gola.

Negli anni successivi, Fermi fu sollecitato da un suo Docente, il Prof. Filippo Eredia il quale gli suggeriva diversi esperimenti che comportavano campagne di misura abbastanza impegnative e nelle quali il giovane studente liceale metteva già la precisione ed il metodo mostrando il suo interesse anche agli aspetti più pratici della Fisica.

In una lettera all'amico Persico che gli fu compagno di percorso e costante riferimento anche negli anni a venire, Enrico Fermi ricorda :

Io vado tutte le mattine alla Vittorio Emanuele. Qualche giorno fa sono stato dal prof. Eredia per fare graduare il barometro ma non l'ho ancora graduato perché, dietro consiglio del professore, farò sette o otto letture che poi confronterò con le pressioni che si sono avute, in modo da ottenere una media più esatta.

Curiosamente, Fermi e Persico diventeranno Professori di Fisica Teorica non appena questa tipologia di cattedra verrà istituita in Italia.

Ecco come lo storico della Fisica Giovanni Battimelli mette in evidenza quella singolare esperienza:

I due futuri professori di fisica teorica stavano acquisendo una confidenza con la manualità sperimentale e con la pratica di laboratorio che, in particolare nel caso di Fermi, avrebbero poi costituito un tratto distintivo della loro personalità scientifica matura.

Un curioso aneddoto riguarda l'esame di ammissione che Fermi sostenne per essere ammesso alla Scuola Normale di Pisa che fu sostenuto a Roma, con il Prof. Eredia membro della commissione esaminatrice. Alla conclusione del colloquio orale, il Docente chiese al candidato di parlare proprio di quelle misure che egli aveva condotto durante gli anni del Liceo e che lui aveva seguito, evidentemente con grande interesse e soddisfazione, resosi conto del valore del suo allievo.

Giunto a Pisa con la consapevolezza di voler intraprendere il mestiere del fisico, Fermi non disdegnò mai la frequentazione del Laboratorio che il Prof. Puccianti metteva a disposizione di quei ragazzi così intraprendenti e così promettenti; anzi, possiamo dire che proprio in quelle stanze che sapevano più di Ottocento che della nuova aria che spirava nella Fisica europea, Fermi e suoi compagni di corso, come si è visto, raffinarono la loro sensibilità di Fisici pronti per affrontare le nuove sfide, alla pari con i Colleghi di tutto il mondo.

Al compimento del suo percorso di formazione a Pisa, arriva la tesi di laurea, un lavoro non molto originale, né particolarmente sviluppato, e sul quale Fermi darà un giudizio lapidario.

Da una lettera a Persico, della primavera del 1922:

'...ed ho parecchio da fare per la mia tesi che tra parentesi è venuta una porcheria delle più solenni'.

L'articolo sui Raggi Roentgen

In questa raccolta compare un articolo pubblicato sul Nuovo Cimento nel 1922, tratto direttamente dalla sua Tesi, *'Studi sopra i Raggi Roentgen'*, e che in sostanza ne rappresenta il primo capitolo; esso contiene una descrizione dettagliata delle conoscenze necessarie ad inquadrare il problema e ad affrontare il successivo lavoro sperimentale.

Si coglie subito la lucida articolazione degli argomenti che vengono esposti con un periodare piano, lineare nel quale la logica interna al susseguirsi dei temi trattati e delle evidenze sperimentali, sempre ben citate, permette al lettore di proseguire quasi senza fatica, addentrandosi in questioni che via via appaiono sempre più moderne ed attuali.

Al termine di un particolareggiato *excursus* che potremo chiamare *storico* se non si trattasse solamente degli ultimi anni (e questo può dar bene l'idea dei cambiamenti, rapidi e continui che stanno sconvolgendo la fisica in quegli anni formidabili) e dopo aver illustrato alcune recentissime teorie per spiegare la natura dei Raggi X, Fermi lascia chiaramente intendere il suo convincimento: solamente la Meccanica Quantistica potrà dare una spiegazione di questa misteriosa radiazione; misteriosa, certo, in quanto l'elettrodinamica classica non riusciva a spiegarne non solo le caratteristiche ma neppure la natura.

'...Probabilmente ci troviamo di fronte ad uno di quei casi in cui finisce la validità della Elettrodinamica classica per cedere il posto alla teoria dei quanti'

E siamo solamente nel 1922! Il giovane Fermi non ha ancora 21 anni...

Questo articolo che è il più lungo della collezione che viene presentata nel presente volume; non si può dire che sia un approccio teorico e neanche sperimentale. E' un esempio di quello che per Fermi era la sua personale rappresentazione di come la radiazione X veniva prodotta, con le sue caratteristiche di frequenza, polarizzazione, e come essa andava a interagire con la materia caratterizzata da alcuni aspetti, quali la densità, il coefficiente di assorbimento, quello di diffusione.

Ma proseguendo nella descrizione dei vari aspetti e dei vari problemi che contribuiscono a definire le modalità per condurre le misure che saranno poi presentate in altro capitolo, Fermi analizza uno per uno una lunga serie di problemi, con continui riferimenti alle possibili soluzioni apportate o suggerite da diversi sperimentatori. Vi si trova anche un breve cenno ai raggi gamma con evidenti incertezze in quanto questa radiazione di origine nucleare era, da una parte molto difficile da rivelare e misurare, dall'altra non era collegata ad alcuna valida teoria del nucleo atomico in quanto ancora si dibatteva sulla sua composizione.

Nell'ultimo articolo della presente raccolta compare la descrizione di come venne costruito l'apparato sperimentale e delle misure eseguite da Fermi; è senz'altro quello che ci è giunto meno pulito e chiaro, a causa della non perfetta conservazione dello stesso.; e tuttavia, un'aspetto emerge chiaramente, e cioè che il giovane fisico non si peritava a *sporcarsi le mani*, tutt'altro....

Conclusioni

Forse, a conclusione di quanto detto fin qui si può ricavare una chiave, una delle tante, beninteso, per capire il grande successo di Fermi; successo che non fu certo per l'empirismo di chi raccoglie sterminate moli di dati, e neanche per il volersi arrabattare con modelli matematici forzati a spiegare tutti gli effetti osservati.

Invece, una efficace riproduzione mentale di quanto *poteva*, anzi, *doveva* avvenire nel mondo naturale; ricostruzione per la quale ogni conoscenza, ogni competenza è utile a fornire degli elementi che poi la ragione riesce a utilizzare e ad armonizzare in base alla logica.

Fantasia e logica, quindi, capacità di costruire idee nuove e rigore nel verificarne le relazioni con quanto è conosciuto.

Naturalmente, tutto dovendo sottostare alle condizioni di una continua verifica sperimentale delle previsioni che se ne potevano trarre, e, allo stesso tempo, di una attenzione acuta all'utilizzo della matematica proprio per ottenere quelle previsioni. Due

strumenti, quindi, matematica e sperimentazione, al servizio del fine più alto del Ricercatore: dare risposte alle domande che la Natura pone a chi indaga su di essa. Proprio come i *Filosofi Naturali*...

Non è certo fuori luogo ricordare quello che viene facilmente alla mente, con le parole di Galileo: '*...sensate esperienze e certe dimostrazioni*'.

In altre parole, Fermi è stato un fisico completo, che non indugiava su misure lunghe e complesse senza avere un'idea, un modello, anche se *naive*, per inquadrare l'esperimento in un contesto più generale, e che riusciva trovarne una formalizzazione matematica efficace. Una metodologia, questa, che sarà sempre più difficile ritrovare anche in scienziati che hanno mutato fondamentali paradigmi nella Fisica del Novecento.

E tuttavia...

Un modalità nel condurre un esperimento, nell'elaborare una nuova teoria o creare nuovi modelli, che deve sempre confrontarsi con un'altra componente del lavoro di Ricerca, una componente che anche Fermi incontrerà, in particolare una dozzina di anni dopo la laurea, a Roma, in via Panisperna; un elemento che spesso non è riconoscibile a prima vista, e mai prevedibile, ma che sa offrire grandi opportunità a chi sa coglierlo al volo: il *caso*.

Come in quel sabato 20 ottobre 1934, quando Fermi volle interporre della paraffina tra la sorgente di neutroni e il bersaglio di argento; il *caso*, dunque, che può esser di aiuto, ma che deve essere riconosciuto subito perché spesso una seconda opportunità non viene concessa allo stesso scienziato. Ad altri, forse.

1)