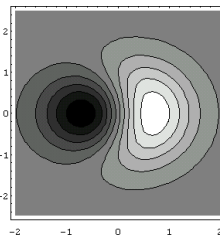


MatematicaMente

ISSN: 2037-6367

Publicazione mensile della sezione veronese della MATHESIS – Società Italiana di Scienze Matematiche e Fisiche – Fondata nel 1895 – Autorizzazione del Tribunale di Verona n. 1360 del 15 – 03 – 1999 – I diritti d'autore sono riservati. Direttore: Luciano Corso - Redazione: Alberto Burato, Elisabetta Capotosto, Carlo Marchiori – Via IV Novembre, 11/b – 37126 Verona – tel e fax (045) 8344785 – 338 6416432 e-mail: lcorso@iol.it – Stampa in proprio - Numero 161– luglio - uscito il 30 – 07 – 2011



La storia nucleare inizia a Roma con Fermi nel 1934

Stefano Geronimo ^[1]

Il compito di rievocare la figura e l'opera di Enrico Fermi mi riporta indietro con gli anni al mio periodo universitario. Iscritto nell'anno accademico 1947-1948 all'università La Sapienza di Roma alla facoltà d'ingegneria e dopo qualche anno al corso di laurea in matematica e fisica, ho avuto modo di conoscere il professor Edoardo Amaldi, mio docente di fisica sperimentale al biennio ed il prof. Enrico Persico, mio docente di fisica superiore al terzo anno (analisi delle radiazioni) e di fisica teorica al quarto anno (teoria della relatività).



Enrico Fermi

Edoardo Amaldi

Enrico Persico

Anche se personalmente allora non ho conosciuto Enrico Fermi posso dire di essere stato fortunato perché sia Amaldi che Persico parlavano spesso dell'opera svolta da Enrico Fermi. Aggiungo però di aver conosciuto in seguito il prof. Enrico Fermi ad una sua conferenza all'Accademia dei Lincei, tenuta qualche anno prima della sua morte, e ricordo che in quella occasione esortava i giovani allo studio dei calcolatori elettronici, che come sappiamo hanno avuto uno sviluppo gigantesco.

Dopo questa premessa la mia relazione riguarda un excursus storico partendo da Enrico Fermi e arrivando al progetto Manhattan e al bombardamento nucleare di Hiroshima e Nagasaki, seguito poi dai vari convegni di disarmo e riconversione nucleare.

Enrico Fermi nasce a Roma il 29 settembre 1901 e a 10 anni si iscrive al ginnasio-liceo Umberto I (oggi Pilo Albertelli), dimostrando un grande interesse per la matematica e soprattutto per la fisica. A 14 anni, poco dopo la drammatica morte dell'amatissimo fratello Giulio, Fermi fa amicizia con Enrico Persico, compagno di scuola di Giulio. Il grande interesse per la fisica accomuna i due giovani che insieme fanno lunghe passeggiate per Roma durante le quali il giovane Persico scopre con meraviglia l'intelligenza del tutto singolare del suo amico. A tale proposito così si esprime: «In matematica e fisica dimostrava di conoscere molti argomenti non compresi nei loro studi. Conosceva questi argomenti non in modo scolastico, ma in maniera tale da potersene servire con la massima abilità e consapevolezza. Già allora per lui conoscere un teorema o una legge scientifica significava soprattutto il modo di servirsene». Nel luglio 1918 consegue la licenza liceale e nell'autunno, in seguito a un concorso, si iscrive all'università di Pisa per il corso di laurea in fisica.

Dalle lettere scritte all'amico Persico è possibile ricostruire l'intensa attività di studi che Fermi porta avanti durante questi anni universitari al di fuori del curriculum universitario. Già dopo due anni è considerato in Italia la massima autorità nella fisica di avanguardia, occupandosi di relatività e di quantistica, a quel tempo misteriose per la maggior parte dei fisici. A Pisa stringe amicizia con Franco Rasetti e inizia con lui a fare esperimenti nel laboratorio di fisica con il libero ingresso concesso dal direttore dell'istituto Luigi Puc-

chiani. Nel luglio del 1922 si laurea in fisica con lode. Tornato in famiglia a Roma si presenta al direttore dell'istituto di fisica prof. Corbino con il quale instaura un rapporto scientifico e umano di reciproca stima e ammirazione. Nel 1923 nel breve saggio "Le masse nella teoria della relatività", Fermi mette per la prima volta l'accento sull'enorme quantità di energia insita nella famosa equazione $E = mc^2$, asserzione che può essere vista come il primo vero passo nella direzione della generazione di energia atomica. In questo periodo si reca a Göttingen presso Max Born con una borsa di studio del Ministero e nel settembre del 1924 si reca, con una borsa di studio Rockefeller, a Leida ove ebbe modo di conoscere A. Einstein che mostrò nei suoi confronti stima e simpatia. A parte l'amico Enrico Persico, Fermi non ha in Italia, fra i fisici in senso stretto, interlocutori con cui discutere delle sue ricerche sulla meccanica quantistica e sulla teoria della relatività. I soggiorni all'estero costituiscono per Fermi quindi un'occasione preziosa per incontrarsi con personaggi di livello internazionale. Nel 1925, come riporta Fermi stesso in una lettera all'amico Persico, si era interessato di meccanica quantistica. Infatti nel dicembre dello stesso anno scrive il suo celebre lavoro "Sulla quantizzazione del gas perfetto monoatomico", presentato da Corbino all'Accademia dei Lincei. In questo lavoro Fermi formula per la prima volta la celebre equazione della statistica di Fermi-Dirac a cui obbediscono un gran numero di particelle elementari, oggi nota come la statistica antisimmetrica di Fermi-Dirac, dal nome dello scienziato inglese Paul Dirac che, seppure in ritardo di circa sei mesi rispetto a Fermi, giunge alle stesse conclusioni.

Un grande riconoscimento a Fermi si ha dopo, nel 1927 a Como, in occasione del centenario della morte di Alessandro Volta, durante un importante congresso a cui presero parte tutti i principali scienziati del mondo. Infatti durante tale congresso Sommerfeld mostra come una serie di fenomeni termici ed elettrici, non interpretabili con le teorie classiche, trovassero immediata spiegazione grazie alla nuova statistica di Fermi-Dirac. Rasetti ricorda: «Fu per Fermi un vero trionfo e molti professori italiani rimasero stupiti che un giovane ventiseienne, appena noto in Italia, fosse già così celebre in Germania».



Enrico Fermi a Pisa



I ragazzi di via Panisperna

A proposito di questo periodo e in generale sul metodo di lavoro di Fermi sono interessanti le parole di Amaldi: «La capacità di cogliere immediatamente la legge generale nascosta dietro una tabella di dati sperimentali bruti, o di riconoscere subito il meccanismo per cui i risultati di certe osservazioni sperimentali, a prima vista strani o insignificanti, erano invece naturali o di profondo significato se comparati con altri fenomeni o teorie generali, ha costituito durante tutta la

sua vita una delle caratteristiche che fanno di Enrico Fermi una delle figure più notevoli del nostro secolo nel campo delle scienze fisiche».

Nell'autunno del 1926 a Enrico Fermi, a soli 25 anni, viene assegnata la cattedra di fisica teorica a Roma, la prima in Italia. A Roma insieme a Corbino cerca di trasformare l'istituto di via Panisperna in un centro di studi di avanguardia di livello mondiale, formato da un gruppo di collaboratori che più tardi divenne famoso col nome di "I ragazzi di via Panisperna". Nella sua fase più brillante il gruppo era costituito da F. Rasetti, E. Segrè, E. Amaldi, B. Pontecorvo, O. D'Agostino e saltuariamente da E. Majorana.

Il gruppo si occupò inizialmente di spettroscopia atomica e molecolare e Fermi partecipava agli esperimenti ed alla interpretazione teorica dei risultati. Egli però non è stato mai uno sperimentatore raffinato nelle tecniche di precisione, ma aveva un'intuizione acutissima di quali fossero gli esperimenti cruciali per risolvere un determinato problema, andando 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 padronanza dei mezzi analitici se il caso lo richiedeva, altrimenti ricorrendo a calcoli numerici senza però curarsi di eleganze matematiche. Il nuovo corso del gruppo, quello dell'investigazione del nucleo dell'atomo, fu delineato da Corbino in un celebre discorso "I nuovi compiti della fisica sperimentale". Fra l'altro disse: "Molte possibilità sono aperte sulla via dell'aggressione del nucleo atomico, il più seducente campo della fisica di domani, la sola possibilità di nuove grandi scoperte in fisica risiede perciò nell'eventualità che si riesca a modificare il nucleo interno dell'atomo. E questo sarà il compito veramente degno della fisica futura".

Sul finire del 1933, mentre il gruppo procedeva lungo la strada intrapresa, Fermi elaborò la teoria del decadimento β , in assoluto il suo lavoro teorico più importante. Questa teoria sostiene che numerose sostanze radioattive decadono emettendo elettroni. La suddetta teoria non era ancora apparsa nella letteratura internazionale, quando nel gennaio del 1934 i coniugi Curie annunziarono a Parigi di avere osservato la radioattività artificiale provocata da particelle α (cariche positive) in elementi leggeri come boro, alluminio e magnesio. Fermi, all'inizio del marzo 1934, contrariamente a quanto fatto dai coniugi Curie decise che il modo migliore per produrre la radioattività artificiale dovesse consistere nell'impiegare come proiettili i neutroni, scoperti due anni prima da J. Chadwick, neutroni che, essendo elettricamente neutri, non subivano la repulsione coulombiana del nucleo. Dopo alcuni tentativi infruttuosi egli ottenne prima della fine del mese un risultato positivo nel fluoro e nell'alluminio, utilizzando una sorgente di neutroni del tipo radon-berillio. Rendendosi subito conto dell'ampiezza del nuovo fenomeno, Fermi ne iniziò uno studio sistematico con Rasetti, Segrè, Amaldi e D'Agostino, ai quali in settembre si unì il neo laureato Bruno Pontecorvo. Fermi ed il suo gruppo proseguirono nella loro attività di bombardamento di tutti gli elementi della tavola periodica. Arrivati al numero 90 (torio) ed al numero 92 (uranio), osservarono numerosi radionuclidi che erroneamente interpretarono come nuovi elementi. La loro scoperta venne confermata dai maggiori fisici dell'epoca ed i due nuovi elementi vennero denominati esperio e ausonio in onore di due antiche civiltà italiane. La scoperta, che nei piani di Fermi doveva rimanere segreta, venne invece subito resa pubblica da Corbino durante un discorso, dal titolo "Risultati e prospettive della fisica moderna", tenuto all'Accademia dei Lincei alla presenza di Vittorio Emanuele III. Fermi, contrario a rivelazioni sensazionalistiche, era convinto che le spiegazioni da loro date fossero errate. Infatti ciò che il gruppo aveva scoperto non erano due nuovi elementi, ma si trattava della fissione dell'Uranio come fu suggerito dalla chimica tedesca Ida Noddack.

Nella seconda metà del 1934, il gruppo decise di passare da uno studio qualitativo delle attività radioattive dei materiali ad uno quantitativo. Lo studio fu assegnato da Fermi ad Amaldi e Pontecorvo. Il primo obiettivo era quello di ottenere risultati ben riproducibili, ma i due si imbarcarono in difficoltà enormi, dato che le proprietà dei vari metalli sembravano dipendere fortemente dai materiali su cui la sorgente di neutroni ed il campione irradiato venivano disposti. Per la mattina del 20 ottobre 1934 tutto era pronto per un esperimento sistematico volto a capire l'origine di questi strani fenomeni. Amaldi costruì il castelletto con pareti di piombo e ripetette le misure, col-

locando la sorgente ed il campione d'argento da irradiare secondo varie disposizioni geometriche. L'esperimento consisteva nel bombardare con neutroni un bersaglio costituito da un campione di argento, interponendo fra la fonte ed il bersaglio un cuneo di piombo, allo scopo di distinguere i neutroni "assorbiti" da quelli "diffusi". Nella scienza, non sono rari i casi in cui scoperte e invenzioni sono il frutto del caso "fortuito" sotto il quale si cela l'intuizione, la creatività e l'ispirazione dell'autore. Fra i tanti episodi di cui è costellata la storia della scienza uno dei meno noti, ma anche dei più eclatanti, avvenne proprio quella mattina del 20 ottobre 1934, episodio che coinvolse Enrico Fermi durante le sue ricerche sulla radioattività artificiale indotta da neutroni. Fermi si trovava da solo nel laboratorio mentre i suoi collaboratori ed allievi erano impegnati in lezioni e sessioni di esame. Impaziente ed irrequieto come era, decise di avviare subito le procedure previste, ma un istante prima di iniziare ebbe un'intuizione: quella di sostituire il cuneo di piombo con un pezzo di paraffina. I risultati, cioè l'induzione di radioattività artificiale, furono straordinari, ben oltre ogni più rosea previsione, del tutto inaspettati ed al momento incomprensibili. Fu chiaro in seguito che il successo dell'esperimento si doveva proprio alla paraffina, sostanza ricca di idrogeno, cioè di protoni, che rallentavano i neutroni incidenti amplificando la loro efficacia nel determinare la radioattività artificiale. L'esperimento fu ripetuto per conferma, sostituendo la paraffina con acqua, anch'essa ricca di protoni, ottenendo gli stessi risultati clamorosi. Fermi giustificò immediatamente il tutto formulando la seguente ipotesi per spiegare l'azione della paraffina: alla base di tutto stava la definizione di neutroni lenti. Infatti i neutroni venivano rallentati in una serie di urti elastici con i protoni della paraffina aumentando così la loro efficacia nel provocare la radioattività artificiale. Fermi dimostrò come la probabilità di cattura dei neutroni di produzione delle reazioni nucleari aumentasse con la diminuzione della velocità dei neutroni, dimostrazione inaspettata per l'epoca, visto che si credeva il contrario. Enrico Fermi vinse in seguito a questa scoperta il premio Nobel per la Fisica nel 1938. Ma perché allora utilizzò proprio paraffina? Perché ebbe questa intuizione apparentemente bizzarra? Non è ancora oggi chiaro. Neppure il grande scienziato seppe trovare una risposta e certamente la persona più sorpresa di quella modifica fu proprio lui. Il 6 dicembre 1938 Fermi partì in treno per Stoccolma. Alla stazione Termini la famiglia Fermi fu accompagnata da Rasetti e Amaldi, il quale riporta così gli ultimi momenti con il Maestro: «Io sapevo, anzi sapevamo, che quella sera si chiudeva definitivamente un periodo, brevissimo, della storia della cultura in Italia che avrebbe potuto estendersi e svilupparsi e forse avere una influenza più ampia nell'ambiente universitario, e, con il passare degli anni, magari anche sull'intero Paese. Il nostro piccolo mondo era stato sconvolto, anzi quasi certamente distrutto, da forze e circostanze completamente estraneo al nostro campo di azione... ».

Il 10 dicembre 1938 l'Accademia delle Scienze di Stoccolma conferisce il premio Nobel ad Enrico Fermi per "la scoperta di nuove sostanze radioattive appartenenti all'intero campo degli elementi e per la scoperta [...] del potere selettivo dei neutroni lenti". Dopo aver ricevuto il premio Nobel, Fermi con la sua famiglia si imbarca il 24 dicembre 1938 sul transatlantico Franconia giungendo negli Stati Uniti poche settimane dopo che O. Hahn e F. Strassmann avevano annunciato la scoperta della fissione dell'uranio. Immediatamente Fermi inizia lo studio della fissione, in particolare dei neutroni emessi in questo processo, e ben presto gli appare chiara la possibilità di realizzare una reazione a catena capace di produrre energia su scala macroscopica. La realizzazione di un dispositivo nel quale produrre in modo controllato la reazione a catena diventa lo scopo centrale delle ricerche di Fermi, ricerche che si concludono il 2 dicembre 1942 con l'entrata in funzione a Chicago del primo reattore nucleare a fissione. Poco prima Fermi aveva dato la sua adesione al progetto Manhattan per l'utilizzazione bellica dell'energia nucleare. Il 26 luglio 1945 Truman e gli altri capi di stato alleati stabiliscono nella dichiarazione di Potsdam i termini per la resa giapponese, categoricamente respinta dal governo militare nipponico che era all'oscuro della bomba atomica già in possesso dei governi alleati e non menzionata nella dichiarazione. [Segue al numero 162]

[1] Presidente della sezione Mathesis di Roma
e-mail: domenico.geronimo@alice.it