

**Giorgio Colangelo Massimo Temporelli**

# **La banda di via Panisperna**

**Fermi, Majorana e i fisici  
che hanno cambiato la storia**



**MiCROSCOPI**



**HOEPLI**



**MICROSCOPI**

# **MICROSCOPI**

## ***Collana diretta da Massimo Temporelli***

Che cosa fa la scienza? Che limiti ha la tecnologia? Come stanno cambiando la società e il nostro mondo...? La collana *Microscopi* prova a rispondere a queste e altre domande in modo brillante e non accademico.

Un taglio agile e disincantato, un linguaggio alla portata di tutti, autori giovani e vicini al mondo della ricerca: ecco i tratti salienti di una collana per informarsi in modo veloce ed efficace sui principali argomenti della scienza e della tecnologia. Quelli che stanno sempre di più cambiando la nostra vita.

I titoli della collana *Microscopi* si articolano in diversi filoni legati ai temi della divulgazione scientifica, delle frontiere tecnologiche e delle sue applicazioni, delle biografie di scienziati, inventori e movimenti, delle idee e delle scoperte che hanno segnato la storia dell'umanità.

# **La banda di via Panisperna**

Giorgio Colangelo Massimo Temporelli

# **La banda di via Panisperna**

Fermi, Majorana e i fisici  
che hanno cambiato la storia



EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

**Copyright © Ulrico Hoepli Editore S.p.A. 2014**

via Hoepli 5, 20121 Milano (Italy)

tel. +39 02 864871 – fax +39 02 8052886

e-mail [hoepli@hoepli.it](mailto:hoepli@hoepli.it)

Seguici su Twitter: @Hoepli\_1870

**[www.hoepli.it](http://www.hoepli.it)**

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge  
e a norma delle convenzioni internazionali

**ISBN EBOOK 9788820360580**

Progetto editoriale e realizzazione: Maurizio Vedovati – Servizi editoriali ([info@iltrio.it](mailto:info@iltrio.it))

Redazione: Antonio Zoppetti

Impaginazione e copertina: Sara Taglialegne

Foto di copertina per gentile concessione del Dipartimento di Fisica, Archivio Amaldi – Sapienza  
Università di Roma

Realizzazione digitale: Promedia, Torino

# Sommario

**PREMESSA**

**CAPITOLO 1**

Lo sguardo dalla vetta

**CAPITOLO 2**

Nativi quantistici

**CAPITOLO 3**

In giro per l'Europa

**CAPITOLO 4**

La formazione della banda

**CAPITOLO 5**

Dentro e fuori via Panisperna

**CAPITOLO 6**

Verso il nucleo

**CAPITOLO 7**

La grande scoperta

**CAPITOLO 8**

La dispersione e il Nobel

**CAPITOLO 9**

L'America, l'era atomica e il progetto Manhattan

**CAPITOLO 10**

L'eredità del gruppo

**CAPITOLO 11**

La vita a Los Alamos

**APPENDICE**

**RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

**INFORMAZIONI SUL LIBRO**

**CIRCA L'AUTORE**



## Premessa

Scrivere la storia dei ragazzi di via Panisperna è stato per noi un vero e proprio viaggio. Siamo andati indietro nel tempo alla ricerca dell'origine delle traiettorie che portarono sette giovani scienziati a condividere esperienze scientifiche e umane entrate nella storia.

Enrico Fermi, Franco Rasetti, Emilio Segrè, Edoardo Amaldi, Ettore Majorana, Bruno Pontecorvo e Oscar D'Agostino, per ognuno di questi scienziati abbiamo tracciato brevi biografie dalle quali emerge un unico forte punto in comune: una passione viscerale per la fisica e la ricerca scientifica.

Ecco, se dovessimo riassumere al massimo la storia che abbiamo voluto raccontare, potremmo dire che proprio questa passione è stata la forza invisibile e inarrestabile che ha mosso e tenuto unito il gruppo di scienziati più famoso della storia scientifica italiana.

Ma il nostro è stato anche un viaggio in una delle discipline più affascinanti della scienza. Per scrivere la storia dei ragazzi di via Panisperna, infatti, abbiamo dovuto riscoprire le origini della fisica moderna, quelle della meccanica quantistica e della fisica atomica, nate nei primi anni del Novecento, che segnarono profondamente la generazione di fisici come Enrico Fermi e i suoi collaboratori di via Panisperna.

La meccanica quantistica, e in particolare lo studio dell'atomo e del nucleo, sono i temi scientifici intorno a cui ruotano tutte le vicende narrate in questo libro. Nella prima metà del secolo scorso queste ricerche sono state al centro di un grandissimo e vastissimo dibattito scientifico che ha coinvolto i più importanti scienziati dell'epoca e i più rinomati centri di ricerca del mondo.

Proprio in questo contesto e, nonostante le difficoltà in cui versava la ricerca scientifica in Italia, tra la fine degli anni Venti e la metà degli anni

Trenta, l'Istituto di Fisica di Roma di via Panisperna 89/A divenne uno dei centri più importanti a livello internazionale, svolgendo ricerche di avanguardia sul nucleo e sulla radioattività artificiale.

Naturalmente, questa fama venne raggiunta grazie agli scienziati che all'interno dell'Istituto spesero tutte le loro competenze e la loro passione e i cui nomi, da Fermi a Segrè, passando per Rasetti e Majorana, divennero un riferimento per tutta la comunità scientifica internazionale.

Nella parte centrale di questo libro abbiamo narrato nel dettaglio quali sono stati i contributi più importanti che la "banda di via Panisperna" diede alla ricerca scientifica di quegli anni, scoprendo come, con pochi mezzi e molta dedizione e creatività, fu possibile raggiungere e superare i maggiori centri di ricerca in Europa e in America.

La storia dei ragazzi di via Panisperna dovrà fare i conti con un momento storico italiano molto particolare, l'avvento del fascismo e lo scoppio della Seconda Guerra Mondiale. Vista la natura degli studi svolti a Roma, questi eventi storici entreranno prepotentemente nelle vicende degli scienziati protagonisti di questo libro caratterizzando le loro biografie e lasciando un segno indelebile nelle loro vite. La banda di via Panisperna verrà travolta da eventi politici e sociali che porteranno allo scioglimento forzato del gruppo di ricerca.

Questa, però, prima ancora di essere una storia di scienza è una storia di amicizia e di solidarietà. È l'avventura di un gruppo di giovani amici, con i loro sogni, le loro paure, le loro speranze, uniti da una passione in comune.

In questa storia crediamo di poter leggere un valore più ampio: se non sapessimo che le vicende contenute in queste pagine sono ambientate negli anni Trenta, potremmo tranquillamente ritrovare la storia di molti ricercatori italiani dei nostri giorni che tra difficoltà, passione e talento portano avanti una delle discipline più affascinanti che l'uomo abbia mai costruito.

Questo libro è un punto di partenza, un piccolo scorcio di un panorama ricchissimo che altri autori hanno analizzato con la lente di ingrandimento e che qui abbiamo voluto riassumere in poche pagine, sperando di trasmettere almeno una parte di tutta l'energia che solo un gruppo di ragazzi che condivide un progetto in comune riesce a generare.

Buona lettura.

*A Peppe*

## Capitolo 1

# LO SGUARDO DALLA VETTA

*Ogni persona è un genio. Ma se giudichi un pesce dalla sua capacità di scalare un albero, passerà tutta la vita a pensare di essere stupido.*

Albert Einstein

## Due amici sulle Apuane

Questa storia comincia nel 1919, tra i picchi delle Alpi Apuane e le spiagge tirreniche. Una storia che parte un giorno come tanti altri, nella pacatezza di un robusto vento autunnale.

Come spinti da quel vento, due ragazzi corrono veloci sulle loro biciclette. Il mare è a poche pedalate, ma decidono di imboccare la strada più ardua, puntando verso le montagne aguzze di roccia bianca. Quando la salita si fa più dura, i due ragazzi lasciano i pedali per mettersi sui loro passi, quelli della fatica e delle parole.

I due amici hanno da poco compiuto 18 anni, hanno i calzoncini corti, le giacche di velluto, nelle bisacce poche cose da mangiare, delle corde per arrampicare e un panno per asciugarsi il sudore.

Uno dei due, Franco, mentre arrampica agile sulle rocce apuane, ogni tanto si ferma a osservare coleotteri, fossili e minerali. Ha appena trovato un insetto verde brillante e con attenzione lo osserva camminare lento su una foglia larga e poi salire leggero sul suo dito. Lo porta vicino agli occhi e avvicina il suo naso a punta e il suo mento prominente per guardarlo meglio e catalogarlo.

Da quando aveva cinque anni, aiutato dal padre che gli aveva trasmesso quella passione, aveva cominciato a raccogliere e collezionare gli insetti più diversi e con il tempo era diventato un maestro nel catalogarli. Ne aveva raccolti più di ventimila e anche se è ormai un ragazzo maturo, non sembra intenzionato a fermare la sua raccolta.

Alto e snello, Franco cammina sicuro per quei sentieri, instancabilmente raccoglie e racconta mentre saltella da una pietra all'altra, con le sue gambe slanciate, come uno di quei grilli che aveva appena osservato. Se la fortuna lo assisterà magari incontrerà un insetto diverso per la sua collezione o il fossile di qualche conchiglia rara.

Intanto parla dei suoi viaggi in paesi lontani con lo zaino in spalla, delle genti d'Africa che vivono nelle sabbie del deserto, delle avventure sui ghiacciai alpini, oppure di fiori e di piante, di quelle che ha appena visto o di quelle che vorrebbe assolutamente trovare in una giornata come quella. A volte si gira e rallenta per aspettare e incitare, con il suo vocione allegro dall'accento toscano, l'amico dietro di lui.

Enrico è più robusto e più lento: un po' perché più affaticato, un po' perché più taciturno, sale tra i sentieri montani in silenzio, ascoltando i racconti di Franco. Accompagna con un sorriso timido i numerosi aneddoti dell'amico e spalanca i suoi grandi occhi scuri tutte le volte che i racconti di viaggio lo trasportano in posti lontani ed esotici.

Enrico sale e si guarda intorno, rapito da quel nuovo paesaggio di roccia bianca e accarezzato dal vento che porta l'odore del mare, che ora vede in lontananza. Sono solo pochi mesi che ha lasciato Roma e tutto quello che sta vivendo gli sembra così diverso e lontano dai suoi primi 18 anni di vita in città.

## **Studenti a Pisa**

L'amicizia tra Franco ed Enrico è nata, come tante, durante uno dei corsi che frequentavano insieme all'Università di Pisa. Enrico è iscritto alla Normale a Fisica, mentre Franco a Ingegneria, ma alcuni corsi per i due indirizzi sono comuni. Ai due ragazzi era capitato di sedersi accanto nei primi giorni di lezione e così avevano cominciato a parlare e a scambiarsi gli appunti della lezione del giorno prima. Avevano cominciato a salutarsi

quando si incontravano per i corridoi e poi a vedersi il pomeriggio in biblioteca e infine anche la sera per uscire in città a divertirsi.

Franco ha scelto di studiare ingegneria suo malgrado, più per obbedire al padre – certo che il figlio avrebbe così trovato un buon lavoro – che per assecondare i suoi interessi e la sua propensione ad approfondire gli studi naturalistici. Il padre svolgeva la professione di agronomo nelle campagne toscane e credeva che il progresso e lo sviluppo della tecnica potessero portare grandi benefici ai contadini e ai proprietari terrieri, che dopo l'unità d'Italia sentivano forte il desiderio di ammodernarsi.

Enrico, invece, è arrivato alla facoltà di Fisica a Pisa dopo aver vinto l'esame di ammissione alla prestigiosa Scuola Normale Superiore. Un ingegnere, amico di famiglia, si era accorto che aveva un'intelligenza logico-matematica fuori dal comune e aveva convinto i genitori che Fisica sarebbe stata la scelta migliore per assecondare la sua naturale predisposizione. Non era stato facile per loro accettare che il figlio andasse a vivere lontano da casa, dopo che già avevano perso il primogenito durante un'operazione chirurgica, ma il primo posto al concorso d'ammissione e le congratulazioni della commissione d'esame avevano vinto ogni loro resistenza.<sup>1</sup>

Nella prova scritta per l'ammissione alla facoltà di Fisica della Normale, Enrico aveva mostrato un'inusuale padronanza della materia. Nel suo compito descrisse le caratteristiche del suono in modo assolutamente originale e con capacità mai riscontrate prima per uno studente delle scuole superiori.

Enrico non proveniva certo da quella che oggi definiremmo una famiglia ricca, anche se da qualche tempo i Fermi avevano visto migliorare le proprie condizioni sociali ed economiche: le capacità del padre e il suo attaccamento al lavoro lo avevano fatto costantemente salire di grado presso il Ministero delle Ferrovie.<sup>2</sup>

La vittoria del concorso e il conseguente esonero al pagamento del vitto e dell'alloggio furono di grande importanza per la famiglia di Enrico, che in questo modo non dovette occuparsi di mantenerlo lontano da Roma.

Nonostante l'esiguità della borsa di studio, Enrico a Pisa riusciva a vivere dignitosamente, amando le cose semplici e considerando il denaro soltanto il mezzo per procurarsi l'essenziale; per lui ogni manifestazione di lusso era un'inutile complicazione della vita.<sup>3</sup>



**Figura 1.1** – Enrico Fermi, Franco Rasetti e Nello Carrara sulle Alpi Apuane nel 1925 circa (per gentile concessione del Dipartimento di Fisica, Archivio Amaldi – Sapienza Università di Roma).

## Una passione comune

Enrico è davvero uno studente geniale, ad accorgersene non è soltanto la commissione d’esame per l’ammissione alla Normale, ma anche il nuovo amico e compagno di corso, Franco, che a Pisa trascorre al suo fianco intere giornate di studio. Con mirabile sintesi e con estrema semplicità, Enrico riesce sempre a fargli capire i passaggi più difficili delle lezioni e spesso si spinge anche più in là, trattando e spiegando con la stessa disinvoltura anche gli argomenti di fisica d’avanguardia, argomenti più complessi che in quegli anni stavano sovvertendo le vecchie teorie e le certezze della fisica classica, nata proprio a Pisa con Galileo Galilei quattro secoli prima.

Sulle Apuane, i due amici continuano a camminare, Franco è sempre avanti e fa da guida, conosce bene quelle zone, che ha scoperto accompagnando il padre, titolare di una cattedra di Agricoltura all’Università di Pisa, lavoro che lo porta spesso per le campagne e per le valli a informare i proprietari terrieri su come migliorare il rendimento di quelle terre.<sup>4</sup>

Franco ed Enrico camminano per quegli stretti sentieri di montagna e, come spesso accadeva, il discorso a un tratto si focalizza sulla fisica e sulle domande che scaldavano tutte le università e i laboratori in quegli anni: “Gli scienziati – osserva Enrico – si chiedono di cosa è costituito l’atomo, quali

sono gli elementi che costituiscono la materia e se ha ancora senso parlare di spazio e tempo come entità distinte. In Danimarca e in Germania pensano che non si debba più parlare di *dove* sia un oggetto se non con quale probabilità. E ogni giorno le nuove teorie ci fanno immaginare il mondo così diverso da come lo abbiamo sempre pensato che mi vengono le vertigini a pensare a come tutto questo può cambiare il nostro modo di vedere le cose, e forse anche il nostro modo di vivere. Siamo solo a metà strada e guarda tutto quello che già riusciamo a vedere. Immagina solo come sarà meraviglioso il paesaggio dall'alto. E forse, quando avremo saputo capire tutto questo sapremo anche capire noi stessi e sarà più chiaro quale sia il compito e il nostro ruolo di fisico, perché oggi non lo so.”<sup>5</sup>

Il vento soffia più forte, il paesaggio diventa più ampio. In lontananza si sentono le grida degli operai che fanno scivolare per i sentieri le enormi lastre di marmo, mentre Franco ed Enrico continuano a camminare e a salire verso la vetta.

Discutono, si confrontano, si confidano i segreti e le paure della loro età, si interrogano su quale sia il loro futuro e parlano di quei misteri della natura che sembrano così contro-intuitivi; discorrono di atomi, delle forze al loro interno e con audacia provano a immaginare tutto ciò che ancora restava inesplorato.

Da quando avevano cominciato a frequentarsi, il desiderio di Franco di approfondire la scienza pura era sempre più forte, tanto che da qualche mese stava pensando di cambiare facoltà, passando da Ingegneria a Fisica. Sarebbe stato difficile, forse, motivarlo a suo padre, ma sempre più spesso, specie nei momenti che passava con l'amico, aveva la certezza che era quello che voleva studiare davvero.

Mentre continuano a salire, con pazienza e lentezza, il vento della montagna si fa sempre più consistente, sopra di loro la vetta è sempre più vicina, anche se la strada da percorrere è ancora tanta. Alle loro spalle, tutta la strada percorsa e, più indietro ancora, le profondità del mare; il sole illumina i loro volti giovani e a Franco brillano gli occhi: “Sai Enrico, credo che tu abbia ragione. Forse capire la fisica è anche capire un po' noi stessi. Studiare gli atomi significa conoscere quello di cui siamo fatti, quello che respiriamo, quello che vediamo e forse anche i misteri che da sempre ci accompagnano. Quando mi parli di tutto quello che ancora rimane ignoto mi sento così piccolo e sento dentro di me la voglia di studiare tutte queste cose. Mi infastidisce che ci siano così tante cose da comprendere e credo



che sia lo studio della vera essenzialità delle cose di cui parli ciò che sto cercando, ma che non trovo, nell'ingegneria. Guarda il mare, là sotto. La fisica, oggi, è come quel mare. Profondo e vasto. Nelle tue parole mi sembra di intravedere le profondità di questo mare immenso e meraviglioso di cui a malapena riesco ora a intravedere la superficie. Voglio tuffarmi in questo mare, voglio tuffarmi dall'alto di queste montagne per raggiungerne le profondità più nascoste e provare a capirle. Studierò fisica con te e insieme ci tufferemo in questi abissi.”<sup>6</sup>

Il vento continua a soffiare robusto e anche se, per l'affanno della salita, i due amici respirano forte, nelle loro orecchie si sente solo il soffio di quel vento che scompiglia e secca i capelli sudati. La roccia è abbagliante e domina il paesaggio intorno a loro. Franco ha appena deciso di cominciare a studiare fisica; ora si sente leggero e anche per questo guarda le montagne più basse davanti a sé con un certo orgoglio. Accanto a lui c'è un nuovo amico, un compagno con cui avrebbe condiviso gli anni, le speranze, i problemi e le difficoltà di un'avventura scientifica e umana unica.

Franco, tra le sue montagne, guarda Enrico che continua a fissare l'orizzonte, forse già in cerca della prossima meta da raggiungere. Franco non rompe quel silenzio e torna a voltarsi per perdere anch'egli lo sguardo in quel paesaggio stupendo che si apre davanti ai loro occhi.

La Storia, quella con la S maiuscola, parecchi decenni dopo, avrebbe conosciuto quel ragazzo con i capelli scuri, taciturno e con il sorriso timido con il nome di Enrico Fermi, un'icona della scienza del XX secolo: l'uomo che ha violato i segreti del nucleo atomico e spalancato le porte a una nuova era per la fisica e per l'intera umanità.

Per Franco Rasetti, invece, Enrico sarebbe rimasto semplicemente l'amico e il compagno di studi e di lavoro di sempre. La loro, prima ancora che una storia di scienza, è stata una storia di amicizia, di passione e di avventura; come tutte e solo le storie più belle sanno essere.

---

1. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.

2. Valeria del Gamba, *Il ragazzo di via Panisperna. L'avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, Bollati Boringhieri, Torino 2007.

3. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.

4. C. Buttarò, A. Rossi, *Franco Rasetti. Una biografia scientifica*, Aracne, Roma 2007.

5. Questo dialogo è ispirato alle dichiarazioni di Franco Rasetti allo storico della scienza Thomas S. Kuhn, 1965. Intervista condotta nell'ambito del progetto "Archives for History of Quantum Physics (AHQP)".

6. *Ivi.*

## Capitolo 2

# NATIVI QUANTISTICI

*Se non sei completamente confuso dalla meccanica quantistica, allora non la stai davvero capendo.*

Niels Bohr

## Nuovi paradigmi

Così come oggi, nell'epoca di Internet, vediamo la prima generazione di "nativi digitali" – nati dopo il 1992 – crescere e diventare uomini, per analogia potremmo definire i fisici come Enrico Fermi e Franco Rasetti la prima generazione di "nativi quantistici".

Sia Fermi sia Rasetti sono nati nel 1901, poco dopo che il fisico tedesco Max Planck (1858 - 1947) aveva dato origine alla meccanica quantistica, introducendo il concetto di "quanto" in un suo articolo pubblicato nel 1900.

Da allora, nei primi vent'anni del Novecento, mentre la generazione di Fermi cresceva e andava a scuola, si compirono le scoperte più rivoluzionarie del secolo: dalla nascita della teoria dei quanti, appunto, allo sviluppo della radioattività, dalla fisica dei raggi X alla teoria della relatività, fino alla definizione di un nuovo modello atomico. In quei primi vent'anni del Novecento, insomma, prese forma quella che oggi chiamiamo *fisica moderna*, che mise in crisi molti dei capisaldi della fisica classica, quella che Galileo e Newton avevano fondato trecento anni prima.

I due amici e compagni di studi a Pisa, dalla loro nascita fino ai primi anni dell'università, avevano vissuto respirando tutti questi eventi rivoluzionari, anche solo inconsciamente e da lontano. Questo fatto non

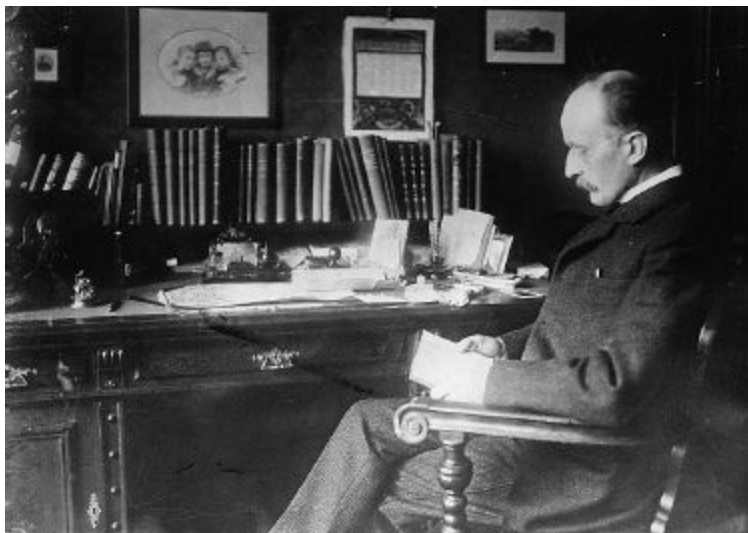
poteva che avere grandi conseguenze nel loro approccio futuro alla fisica e alla ricerca scientifica.

All'inizio degli anni Venti, parallelamente alle importanti scoperte in ambito scientifico, anche la società civile viveva i suoi grandi cambiamenti e i suoi anni ruggenti: la Prima Guerra Mondiale era finita; in Inghilterra e in America la musica aveva iniziato a diffondersi nell'etere grazie alla radio e le flapper affollavano i locali da ballo, danzando al passo di charleston i ritmi sincopati del ragtime e dello swing.

Agli inizi degli anni Venti, l'Italia invece è ancora fundamentalmente un paese rurale, con poche automobili e molte biciclette. Costante Girardengo, il ciclista, è tra gli sportivi più amati e famosi della penisola, mentre Guglielmo Marconi, che aveva inventato i collegamenti senza fili alla fine dell'Ottocento, è ancora lo scienziato più grande e celebrato.

Per quanto giovani e sostenitori del nuovo, Franco ed Enrico sembrano come protetti e avvolti da questo clima tradizionalista italiano: negli anni dell'università, per loro, le cose importanti sono le biciclette per raggiungere le vette intorno a Pisa, i bivacchi in montagna e la spettroscopia, una disciplina di laboratorio ormai diventata classica.

Ma questa situazione non sarebbe durata a lungo, Enrico e Franco erano pur sempre nativi quantistici, peculiarità anagrafica che si sarebbe fatta sentire presto, anche nella Pisa e nell'Italia dei primi anni Venti.



**Figura 2.1** – Max Planck nel suo studio. Nel 1900 lo scienziato tedesco pubblicò per la prima volta l'ipotesi dell'esistenza dei quanti (fonte: [http://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Dr\\_Max\\_Planck.jpg](http://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Dr_Max_Planck.jpg)).

## Fermi sale in cattedra

I mesi passano veloci tra le escursioni in montagna e le lezioni universitarie. Enrico e Franco hanno ormai preparato insieme la maggior parte degli esami dei primi anni, hanno frequentato molti laboratori e soprattutto, parallelamente ai corsi ufficiali, hanno approfondito in autonomia gli argomenti della fisica moderna che nemmeno i professori più aggiornati riescono a inserire nei loro corsi. In particolare, i due amici si concentrano sui temi di fisica dei quanti, della relatività generale e della fisica atomica. Il livello che raggiungono, Fermi in particolare, è talmente alto che il direttore dell'Istituto di Fisica, Luigi Puccianti, chiede loro di tenere alcuni seminari sul tema. Scrive Fermi, a questo proposito, all'amico romano Enrico Persico già all'inizio del 1920: "All'Istituto di Fisica sto a poco a poco diventando l'autorità più influente. Anzi, uno di questi giorni dovrò tenere, davanti a diversi magnati, una conferenza sulla teoria dei quanti, di cui sono sempre un sostenitore."<sup>1</sup>

La fama dei due amici cresce di giorno in giorno ed Enrico diventa un vero e proprio riferimento tra i ragazzi e i professori che frequentano le aule dell'Istituto di Fisica pisano. Presto gli vengono affidate le chiavi della biblioteca e dei laboratori, con la completa libertà di utilizzare tutte le attrezzature, e diventa di fatto il capo spirituale del gruppo di aspiranti fisici dell'ateneo pisano. Lo stesso Rasetti è ormai sempre più affascinato dal talento dell'amico: "Avevamo riconosciuto la superiorità di Fermi per le sue conoscenze di matematica e fisica, lo consideravamo fin da allora il nostro capo naturale e ci rivolgevamo a lui, e non ai professori, per avere istruzioni e consigli."<sup>2</sup>

A differenza di Rasetti, che si focalizza soprattutto sugli aspetti sperimentali della fisica, Fermi si concentra maggiormente su questioni teoriche, impadronendosi dei più moderni strumenti matematici, in particolare dei metodi di calcolo tensoriale sviluppati da Curbastro e Levi-Civita, metodi che sono alla base della teoria della relatività generale di Einstein.

Questi studi teorici di Fermi sfoceranno, già nel 1921, quando ancora era studente del terzo anno, in due pubblicazioni sulla più importante rivista di fisica italiana, *Il Nuovo Cimento*.<sup>3</sup>

## Oltre lo studio

Gli anni pisani, però, non trascorrono solo tra studio e scampagnate fuori città. Tra un esperimento, una lezione e un'escursione, Fermi, Rasetti e i compagni dell'università si divertono con giochi tipici della loro giovane età.

In quegli anni fondano una società goliardica a cui danno il nome di "società anti-prossimo": il loro cavallo di battaglia sono gli scherzi con i lucchetti, che usano per incatenare i cappotti degli studenti in aula. Tuttavia, una delle imprese più "memorabili" del gruppo restava il lancio di un gatto in aula, durante una lezione di meccanica, per verificare la conservazione del momento angolare del gatto, osservandone il movimento della coda.<sup>4</sup>

Durante le passeggiate in montagna, oltre agli argomenti più alti, la fisica e i viaggi, spesso i due amici ridevano degli scherzi organizzati dalla loro società, tornando spesso all'aneddoto dell'articolo che erano riusciti a farsi pubblicare sul *Corriere della Sera* per quelle sciocche notizie che avevano inventato, sulla scoperta di fossili dell'era senza animali: l'era "azoica".<sup>5</sup> Insomma, Enrico e Franco, o se preferite Fermi e Rasetti, anche fuori dalle aule, sono affiatati e allegri, e quella che trascorrono in quegli anni è una vita felice senza troppi pensieri né grosse responsabilità.

## La fine di un'epoca

Come fosse una veloce pedalata, Fermi e Rasetti arrivarono in poco tempo al giorno della laurea. La discussione del loro lavoro di tesi si svolse in una calda giornata dell'inizio luglio 1922. La tesi di Fermi si focalizzava sui raggi X, mentre quella di Rasetti sui meccanismi di dispersione della luce nei vapori di diverse sostanze.

Con la laurea finisce un periodo felice e formativo, Fermi e Rasetti si sarebbero separati per seguire le loro diverse strade professionali e per tornare alle rispettive città di provenienza. Fermi sarebbe tornato a Roma, poi, forse, avrebbe provato a cercare un posto in qualche università italiana come docente. In realtà non gli interessava diventare professore, ma solo così avrebbe potuto dedicarsi alla ricerca sulle questioni di fisica che più gli interessavano e in cui aveva già dimostrato di eccellere. Era conscio che

quella strada sarebbe stata lunga, tortuosa e difficile, viste le gravi difficoltà economiche in cui si trovavano le università italiane nel primo dopoguerra.

Rasetti fu invece più fortunato, ottenendo una borsa di studio a Firenze, città dove viveva la sua famiglia e nella quale avrebbe continuato gli studi di spettroscopia che aveva già affrontato durante il lavoro di tesi.

Da decenni la spettroscopia era oggetto di studio di chimici e fisici, fornendo le basi per le scoperte che stavano caratterizzando gli studi dell'epoca in ambito atomico. Questa disciplina sperimentale era una buona palestra per i giovani fisici che volevano esplorare le tecniche e i metodi della nuova fisica, quella dell'atomo e dei quanti.

Lo stesso Fermi, nonostante fosse più interessato ai problemi teorici della nuova fisica, aveva imparato le tecniche spettroscopiche che aveva applicato allo studio dei raggi X durante le ricerche della sua tesi di laurea.

## La spettroscopia

A beneficio di chi non ha dimestichezza con la spettroscopia (probabilmente il 99% delle persone che tengono tra le mani questo libro), possiamo partire da un riferimento molto popolare per spiegare di cosa tratta questa scienza sperimentale. Su una celebre copertina di un disco dei Pink Floyd (*The Dark Side of the Moon*, 1973), si vede la luce bianca solare passare attraverso un prisma. Questa luce, incontrato il prisma, si scompone in un ventaglio colorato, che i Pink Floyd hanno usato per dare colore alla loro opera e che, invece, i fisici chiamano *spettro luminoso* o *spettro della luce*.

Dal punto di vista fisico, quel ventaglio è lo spettro tipico della luce solare conosciuto già ai tempi del fisico Isaac Newton (1642 - 1727), che tra i primi ne diede una spiegazione scientifica.

Studiare lo spettro delle fonti luminose, come per esempio il sole, permette agli scienziati di avere informazioni sulle fonti stesse che emettono la luce analizzata: di che sostanze sono composte tali fonti? Come sono fatti gli atomi che formano la sostanza in esame?

La spettroscopia e gli spettroscopisti rispondono a tutte queste domande cruciali per la comprensione dell'universo in cui viviamo.

Verso la metà dell'Ottocento, gli scienziati di tutto il mondo avevano cominciato a studiare in dettaglio come erano composti gli spettri luminosi

di svariati elementi chimici, come per esempio l'idrogeno, il sodio e il potassio, che erano sostanzialmente peculiari e diversi l'uno dall'altro. Dunque, la spettroscopia iniziò a essere utilizzata per catalogare e studiare che tipo di elementi chimici contenesse una sostanza sconosciuta o, addirittura, di quali gas fossero composte le stelle di cui a noi, sulla Terra, arriva soltanto la luce.

Per questo motivo la spettroscopia, a cavallo tra Ottocento e Novecento, era diventata molto di moda tra gli scienziati ed era utilizzata sia da chi voleva avere risposte quantitative per le analisi chimiche sia da chi si dedicava prevalentemente a questioni teoriche o a problemi irrisolti sulla struttura della materia.

## **Il colore del calore**

Chissà quante volte Enrico e Franco, da studenti, avranno passato la notte in rifugi di fortuna tra le montagne toscane. Chissà quante volte si saranno sdraiati stanchi sull'erba a guardare il cielo, scaldati dagli scoppiettii del fuoco che avevano acceso poco prima del tramonto. Un po' alla volta, la legna che avevano raccolto si infiammava, il suo colore diventava vivo, scaldava i loro volti stanchi per farli poi addormentare sereni. Nei momenti come quelli, probabilmente, non avevano voglia di discutere ancora di fisica, come avevano fatto durante la giornata, e si godevano solo la libertà e la leggerezza di quegli istanti.

Se lo avessero fatto, però, avrebbero sicuramente discusso della ragione per cui la fiamma che li illuminava era così calda e luminosa. Sarebbero tornati a parlare di onde elettromagnetiche e delle teorie più recenti. Nei primi due decenni del XX secolo infatti, alcune considerazioni sullo spettro elettromagnetico e sulla temperatura, che sembravano inizialmente innocue, finirono per trasformarsi nel detonatore che fece esplodere la crisi della fisica classica e diede vita alla meccanica quantistica.

Quello che si sapeva allora dalla spettroscopia era che tutti gli oggetti emettevano una radiazione: lo spettro luminoso o, più in generale, lo spettro elettromagnetico, ne era la prova. I colori dello spettro elettromagnetico che emetteva quell'oggetto però, cambiavano a seconda della sua temperatura. Esattamente come la legna che ardeva davanti agli occhi dei due giovani



studenti diventava di colore sempre più vivo, passando dal rosso spento della brace al giallo vivo dei tizzoni ardenti.

E se le fiamme fossero ancora più calde? Sarebbero diventate verdi, poi blu, proprio come quelle che utilizziamo oggi nei nostri fornelli per cucinare. Insomma: “Dimmi di che colore è la tua fiamma – avrebbero detto i fisici dell’epoca – e ti dirò a che temperatura è.”

Mentre sono sdraiati sull’erba a guardare il cielo, Enrico e Franco non pensano a tutto questo. Anche due menti dotate e appassionate come quelle dei due studenti pisani fanno, almeno ogni tanto, godere semplicemente di quel calore perfetto che solo il fuoco all’aperto sa darti. E scaldati da quel tepore, Enrico e Franco potevano immergersi nei loro sogni.

La comunità scientifica, nei primi anni del Novecento, non avrebbe più potuto fare gli stessi sogni tranquilli, quando tutto il castello basato sulle teorie appena esposte venne abbattuto da nuove e del tutto inaspettate evidenze sperimentali.

## **La catastrofe ultravioletta**

Per uno studio più completo e fine sulle proprietà dello spettro elettromagnetico, solitamente i fisici utilizzavano una legge teorica ben precisa, chiamata di Rayleigh-Jeans.

Grazie alla spettroscopia i fisici raccoglievano i dati degli esperimenti e questi, una volta riportati su carta, non rientravano nelle previsioni fatte dalla teoria vigente.

In realtà, non era solo un modello o una piccola teoria a crollare, tutti i presupposti si appoggiavano pesantemente sui pilastri della fisica conosciuta fino ad allora. Dunque, se le discrepanze tra teoria e pratica fossero state verificate, come ormai sembrava certo, era tutta la fisica classica a crollare, come un castello di carte quando viene tolto un elemento portante alla sua base.

Nel 1911, fu il fisico viennese Paul Ehrenfest a chiamare questa crisi “catastrofe ultravioletta” proprio perché, secondo le leggi vigenti, tanto più si superava il colore viola, tanto più doveva essere grande l’energia della radiazione emessa, per arrivare al paradosso che oggetti alla temperatura del corpo umano avrebbero dovuto emettere raggi gamma e raggi X... cosa che naturalmente non si verificava nella pratica.

## Planck e il corpo nero

Come nelle migliori favole, quando tutto sembra perduto e i buoni sembrano destinati a sopperire davanti a problemi apparentemente senza soluzione, entra in scena un personaggio nuovo che cambia il corso degli eventi. Nella nostra storia il nuovo personaggio è un professore tedesco con pochi capelli, gli occhiali tondi e due baffi folti, come dettava la moda del tempo.

Sono gli ultimi anni dell'Ottocento e il nostro eroe non ha la minima idea che tutto quello che sta per fare cambierà in maniera irreversibile la fisica e il modo di vedere il mondo. L'uomo dai baffi folti si chiama Max Planck (1858 - 1947) ed è un fisico eccellente, attivo da anni nello studio della termodinamica. Come molti fisici, anche Planck ama la natura e la musica, è un ottimo pianista e un grande alpinista. E come molti scienziati suoi contemporanei, anche Planck, alla fine dell'Ottocento, inizia a studiare il problema dello spettro dei corpi a diverse temperature.

Non tutte le storie hanno un lieto fine ma la nostra, grazie al genio e alla caparbità di Planck, troverà una conclusione, se non proprio lieta, per lo meno inaspettata e capace di aprire nuovi scenari in cui trovare un finale più adatto e meno critico.

Per superare la crisi in cui si trovava tutta la comunità scientifica, Planck fece quello che fanno in genere i grandi fisici davanti a un problema complicato: cercare di risolverlo tenendo in considerazione solo gli aspetti fondamentali e aggiungendo poi, via via, gradi di complessità crescenti, per arrivare a un modello generale ed esaustivo capace di spiegare l'intero fenomeno. Seguendo questo metodo, Planck ripartì da zero e calcolò la radiazione emessa da un corpo assimilandolo a una scatola nera che assorbe la radiazione elettromagnetica, ricevendola dall'esterno e poi riemettendola, un po' come si comporterebbe una scatola nera sotto la luce del sole.

Dallo studio di come usciva la radiazione dalla scatola, Planck cercò di trovare una soluzione al suo problema. Se il suo ragionamento era corretto, sarebbe stato in grado di spiegare quello che veniva osservato nella realtà. Questo complesso problema, a metà tra elettromagnetismo, termodinamica e questioni di meccanica statistica, prenderà il nome di problema del "corpo nero" e lo scienziato tedesco passerà diversi mesi, anzi anni, per trovarne una soluzione.

## La nascita della meccanica quantistica

Finalmente Planck arrivò a una soluzione: per spiegare il problema del corpo nero senza incorrere in paradossi e senza violare le vecchie teorie dell'elettromagnetismo e della termodinamica, lo scienziato tedesco ipotizzò che gli scambi di energia tra la radiazione e gli atomi delle pareti interne della scatola non avvenissero attraverso un flusso continuo, come si era pensato fino ad allora, ma attraverso quantità discrete, cioè "elementi" che potevano essere contati singolarmente. Questi elementi prenderanno il nome di "quanti".

Che la radiazione elettromagnetica potesse essere immaginata come quantizzata e racchiusa in elementi discreti (che oggi chiameremmo fotoni) era un concetto davvero molto strano da digerire per l'epoca, e la maggior parte degli scienziati faticò ad avvicinarsi a questa prospettiva.

Tuttavia, le ipotesi avanzate da Planck, per quanto strane e bizzarre, di fatto non contraddicevano nessuna delle teorie precedenti e, dunque, anche se con forti mal di pancia della parte più conservatrice della comunità scientifica, questa ipotesi iniziò lentamente a entrare nel metabolismo del ragionamento scientifico.

Come capitò a Charles Darwin quando vide nascere chiaramente nella sua mente la teoria dell'evoluzione naturale, anche per Planck non fu facile pubblicare i suoi risultati: sapeva benissimo che quell'innocuo passaggio ai quanti avrebbe avuto delle implicazioni praticamente in quasi ogni teoria scientifica. E sapeva che molte delle teorie allora in auge si sarebbero dovute riformulare tenendo conto di quel carattere discreto della natura.

Solo il 14 dicembre del 1900 Planck decise di presentare ufficialmente la sua soluzione alla comunità scientifica, pubblicando la sua ricerca. Questa è la data a cui si fa risalire la nascita ufficiale della meccanica quantistica e, di fatto, della fisica moderna. Così si espresse Planck in merito alla sua pubblicazione: "Fu un atto di disperazione, avevo già lottato per sei anni con il problema del corpo nero. Sapevo che il problema era fondamentale e ne conoscevo la legge; una spiegazione teorica doveva trovarsi a qualunque costo, salvo la inviolabilità delle due leggi della termodinamica."<sup>6</sup>

E poi? Tutti vissero felici e contenti?

Non proprio. Planck, fu un rivoluzionario riluttante, trascorrerà molti anni isolato, seguito da pochi "discepoli". Il resto della comunità scientifica

fece fatica a comprendere la portata della sua intuizione e anche i riconoscimenti accademici arrivarono solo più tardi.

Anche a livello personale, per Planck gli anni che seguirono furono anni difficilissimi: la morte della prima moglie e poi di un figlio durante la Prima Guerra Mondiale. Altre due figlie moriranno durante il parto e l'ultimo figlio verrà impiccato dai nazisti per aver partecipato a una congiura contro Hitler qualche mese prima dello scoppio della Seconda Guerra Mondiale.

Nonostante la sua tragedia personale e la difficile gestazione del suo lavoro, oggi ci appare chiaro come la sua opera ebbe il merito di aprire un periodo fertilissimo nella storia della scienza, quello della fisica che doveva ricominciare da capo per capire le nuove basi e le nuove regole di quella nuova teoria del discreto, la fisica quantistica.

Tra gli scienziati che vissero quegli eventi rivoluzionari c'era anche il fisico tedesco Albert Einstein, a cui ci affidiamo per comprendere il senso di spaesamento che la comunità scientifica viveva in quegli anni: “Era come se improvvisamente ci mancasse il terreno sotto i piedi senza vedere in nessun posto terreno solido su cui si potessero porre le fondamenta di una nuova costruzione.”<sup>7</sup>

La rivoluzione, comunque, era partita. Toccava ai giovani nativi quantistici continuare il cammino indicato da Planck.

Anche Fermi e Rasetti saranno investiti da questa rivoluzione e, al tempo stesso, ne saranno i protagonisti.

---

1. Emilio Segrè, *Enrico Fermi, fisico*, Zanichelli, Bologna 1971.

2. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.

3. “Sulla dinamica di un sistema rigido di cariche elettriche in modo transitorio” e “Sull'elettrostatica di un campo gravitazionale uniforme e sul peso delle masse elettromagnetiche”.

4. Valeria del Gamba, *Il ragazzo di via Panisperna. L'avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, Bollati Boringhieri, Torino 2007.

5. Edoardo Amaldi, *Conversazione con F. Rasetti, domenica 11 gennaio 1976*. Dattiloscritto depositato presso l'Archivio Amaldi del dipartimento di Fisica dell'Università “La Sapienza” di Roma.

6. Emilio Segrè, *Personaggi e scoperte della fisica contemporanea*, Mondadori, Milano 1976.

7. *Ivi*.

## Capitolo 3

# IN GIRO PER L'EUROPA

*Siccome, contrariamente alle tue previsioni, io non sono morto né dormo, ti manderò qualche mia notizia.  
Fermi in una lettera all'amico Persico*

## Ricominciare da Roma

Nell'estate del 1922 Enrico Fermi e Franco Rasetti lasciano Pisa per sempre.

Il tempo delle lezioni, delle aule e, soprattutto, dei banchi universitari è finito. Entrambi tornano alle città d'origine: Rasetti a Firenze dove trova impiego all'università cittadina e Fermi a Roma, alla ricerca di possibili contatti per iniziare la sua carriera di scienziato.

Tornando a Roma dalla famiglia, Fermi perde un po' quella indipendenza che aveva guadagnato e apprezzato negli anni dell'università, allo stesso tempo, però, ritrova i suoi vecchi amici con i quali, come ai tempi del liceo, ritorna a passeggiare per le vie di Trastevere, mentre nei fine settimana si concede invece qualche gita ai Castelli o per i monti dell'Appennino.

Il suo umore oscilla tra la serenità, donata da quell'ambiente familiare e dai cieli limpidi della capitale, e l'insicurezza di non sapere bene cosa sarà del suo futuro, dove e come troverà un lavoro. Tornare a Pisa non sarebbe possibile. Non ci sono i soldi per la ricerca e anche altrove, in Italia, le cose non vanno meglio. Insomma, quella del neolaureato alla ricerca di un lavoro, oggi come allora, è un'avventura difficile e una storia che si ripete,

nonostante quello che stiamo narrando è l'inizio della carriera di uno dei fisici più importanti del XX secolo.

Nelle avvincenti storie di avventura o di fantasia, così come nelle più prosaiche storie della ricerca di un lavoro, il protagonista, dopo aver superato tanti ostacoli, spinto dalle migliori intenzioni e da grandi capacità, non riesce a raggiungere il suo obiettivo fino a che non si troverà nel proverbiale “posto giusto” al “momento giusto”, magari incontrando qualcuno in grado di indicargli la strada per risolvere tutti i suoi problemi.

Enrico Fermi, a Roma, si trovò nel posto giusto proprio al momento giusto, ovvero negli anni in cui anche in Italia stava per nascere una scuola di fisica moderna. Per svoltare l'angolo e vedere il panorama nella sua interezza e risolvere tutti i suoi dubbi, Fermi doveva però ancora incontrare una persona che avrebbe cambiato per sempre il corso della sua vita professionale e non. Quella persona risponde al nome di Orso Mario Corbino (1876 - 1937), fisico e senatore del Regno d'Italia che, proprio nel 1922, era diventato direttore dell'Istituto di Fisica dell'ateneo romano.



**Figura 3.1** – Orso Mario Corbino, fisico e direttore dell'Istituto di Fisica di Roma, 1908 (fonte: Archivio Amaldi).

## **Tempi duri nelle università**

Fermi ha ventidue anni, una laurea in fisica con una propensione agli studi teorici e molte nuove idee di ricerca da sviluppare; esattamente l'opposto di tutto quello di cui avrebbe bisogno per riuscire a ottenere una borsa di studio e rimanere all'interno dell'università, iniziando la strada dell'accademia.

L'assunzione dei giovani ricercatori nell'Italia degli anni Venti è praticamente impossibile. Nell'intera penisola ci sono solo venti cattedre di fisica e si aprono nuove posizioni solo in seguito ai pensionamenti dei docenti di ruolo.<sup>1</sup> Anche le risorse per la ricerca sono scarse e disperse nelle varie sedi universitarie, dove i potentati delle facoltà umanistiche, dalla più lunga tradizione, finiscono per assorbirne la più ampia percentuale.<sup>2</sup>

Insomma, mentre in Europa la fisica moderna (quella dei quanti) inizia la sua ascesa e ovunque nascono nuove cattedre, in Italia le tensioni interne del potere accademico non solo rallentano l'ascesa del nuovo, ma come per difendersi da questa ondata rivoluzionaria potenziano i rapporti di forza esistenti.

Come se non bastasse, Fermi è soprattutto interessato alle questioni teoriche, ma in Italia, da Galileo Galilei a Guglielmo Marconi passando per Alessandro Volta, la tradizione vincente e maggiormente riconosciuta è quella della scuola dei fisici sperimentali. I fisici teorici non solo non sono istituzionalmente previsti – nel 1922 non esiste una cattedra di fisica teorica in Italia – ma nemmeno lontanamente concepiti all'interno delle logiche accademiche italiane. Quello che di metodologico e matematico riguarda la fisica è campo dei matematici, che ne curano la ricerca, gli sviluppi e l'insegnamento.

Con l'ascesa della nuova fisica, però, nasce la necessità di una fisica complementare agli esperimenti, in grado di proporre modelli e teorie generali. Da un lato, i modelli matematici legati alla meccanica quantistica sono molto più complessi di quelli della fisica classica, e dall'altro gli esperimenti in questo campo richiedono un grado di raffinatezza tale che diventa sempre più difficile per uno scienziato progettare la parte sperimentale e contemporaneamente svilupparne la parte teorica.

Proprio per questo motivo in Europa, soprattutto a nord, vengono istituite nuove cattedre di fisica teorica e, grazie allo stanziamento di fondi dedicati, viene incentivata l'attività di gruppi sperimentali che studiano le nuove teorie sull'atomo e sui quanti.

## **Un innovatore: Orso Mario Corbino**

Tra i pochi fisici illustri che sentivano la necessità di un rinnovamento accademico italiano c'è il direttore dell'Istituto di Fisica di Roma, il

professore e senatore Orso Mario Corbino.

All'inizio degli anni Venti, è un uomo che ha superato i quarant'anni, basso di statura ma esplosivo di temperamento. All'inizio della sua carriera ha studiato fisica a Palermo e, tra il 1904 e il 1908, è ricercatore specializzato nel campo dell'elettromagnetismo a Messina per poi trasferirsi definitivamente a Roma. Per sua natura, lo scienziato siciliano spazia in diversi campi, occupandosi di elettronica, di elasticità e, durante la Grande Guerra, anche di studi riguardanti gli esplosivi. È divenuto celebre tra gli scienziati per la scoperta dell'effetto Corbino, fenomeno che si manifesta in un disco percorso da correnti lungo i raggi quando è immerso in un campo magnetico.

Sempre di più, però, la sua attività scientifica nel mondo dell'elettromagnetismo corre parallela a quella dell'industria, così, tra il 1910 e il 1920, è coinvolto nella grande scommessa italiana sullo sviluppo dell'energia idroelettrica, divenendo poi presidente della Compagnia Generale di Elettricità e della Società Meridionale di Elettricità che controlla e gestisce l'energia elettrica a Napoli e in tutto il sud Italia.

Nel 1920, mentre è docente di Fisica sperimentale a Roma, viene nominato da Giolitti Senatore del Regno, divenendo poi Ministro dell'Istruzione, succedendo a Benedetto Croce. Questo importante incarico istituzionale si aggiunge a quello di Direttore dell'Istituto di Fisica (1918), rendendolo ancora più influente nell'ateneo romano e nella vita accademica italiana. Al di là di questi incarichi, in quegli anni, Corbino è uno dei fisici di spicco nel Paese ed è l'unico italiano invitato ai prestigiosi "congressi Solvay" fino al 1930, data a partire dalla quale verrà invitato anche Enrico Fermi.

Corbino, insomma, è competente nelle scienze e apprezzato nell'accademia e nei luoghi del potere per la sua visione moderna della scienza, le capacità gestionali e le competenze tecniche. Uno dei futuri collaboratori di Fermi, il fisico e premio nobel Emilio Segrè (1905 - 1989), che lo conoscerà di persona racconta di lui: "Corbino aveva un'intelligenza scientifica eccezionale, che colpiva chiunque conversasse con lui (...). Riusciva a orientarsi su qualsiasi questione con rapidità prodigiosa e riconosceva immediatamente i punti essenziali di ogni problema sia scientifico sia umano. Verso il 1920 era praticamente il solo professore di fisica in Italia che fosse aggiornato e apprezzasse gli sviluppi della fisica che avvenivano in quegli anni. Eccellente oratore, con uno stile un po'



fiorito e personale in cui si riconosceva spesso l'origine siciliana della frase, era spiritosissimo e aveva la risposta fulminante. La sua altezza d'ingegno era accompagnata da una personalità calda e simpatica e da una certa propensione alle manovre accademiche. Gli piaceva organizzare promozioni, trasferimenti e cose simili e in generale i suoi piani riuscivano. Era astutissimo, ma ciò che lo distingueva radicalmente dai molti politicanti universitari era l'elevatezza dei suoi fini... e la sicurezza del suo giudizio.”<sup>3</sup>

Insomma, Orso Mario Corbino, in quei primi anni Venti, crede nella nuova fisica, in lui vive la convinzione che le ricerche sull'atomo e sulla meccanica quantistica possano portare vantaggi e benefici all'ateneo romano e all'intero Paese. È anche convinto che con quell'ondata di cambiamento si dovesse cambiare anche il metodo di ricerca, mettendo insieme fisici teorici e sperimentali, perché svolgere una buona ricerca scientifica non significa avere singoli individui con straordinarie capacità, ma un gruppo di persone amalgamato dallo scambio di idee. “La vecchia e gloriosa Fisica Matematica – scriveva – ha deviato verso una forma di trattazione puramente analitica dei problemi fisici, i quali spesso costituiscono appena il pretesto per porre e risolvere delle questioni di interesse esclusivamente matematico. Si è perduto ogni contatto fra i cultori delle due discipline, che hanno finito per ignorarsi a vicenda, senza alcun turbamento per questa mutua incomprensione. E poiché agli sperimentatori occorre sovente il bisogno di sintetizzare i risultati ottenuti in teorie, anche poco rigorose, ma più adattabili ai complessi fatti osservati, e soprattutto più accessibili alla comune insufficiente preparazione nelle alte matematiche, i Fisici sperimentali sono stati per qualche tempo i teorici di se stessi.”<sup>4</sup>

La sfida che ha davanti, soprattutto da direttore dell'Istituto di Fisica di Roma è grande e ambiziosa anche se come riportano molte fonti a lui vicine: “Corbino aveva spiccatissime le doti comuni a molti siciliani: era d'ingegno acuto, di mente pronta ed equilibrata, di giudizio sicuro; nei rapporti umani metteva un affetto semplice e caldo. L'esuberanza fisica, lo spirito battagliero, l'ineccepibile forza di volontà lo rendevano capace di raggiungere qualunque fine prefisso. E il fine che si prefiggeva ora era l'attuazione di una scuola di fisica che in breve tempo raggiungesse fama mondiale. Si rendeva conto che la fisica italiana era ben lontana, al momento, dalle tradizioni gloriose di Galileo e di Volta” e un combattente come Corbino avrebbe fatto di tutto per tornare a quelle antiche origini.<sup>5</sup>

## **Fermi incontra Corbino**

Il caso vuole che Enrico Persico, ex compagno di liceo e uno dei più cari amici romani di Fermi, sia un fisico e che da pochi mesi sia diventato assistente all'Istituto di Fisica romano. Persico parla spesso con Fermi del suo direttore, ne esalta le capacità e la personalità. Dunque, grazie alla complicità dell'amico, Fermi decide di presentarsi a Corbino.

Il Regio Istituto di Fisica dell'Università di Roma ha sede in via Panisperna 89/A, a pochi passi dal Viminale, in pieno centro città.

Una mattina Fermi si fa accompagnare davanti all'ufficio del direttore e bussa alla sua porta con titubanza e imbarazzo. Proprio così: titubanza e imbarazzo. Dimenticatevi chi è Enrico Fermi per la storia e immaginatevi un ragazzo di vent'anni che sta provando a giocare le sue carte al cospetto di un senatore del Regno, già Ministro dell'Istruzione, oltre che una delle personalità più importanti della fisica italiana.

L'incontro è un successo, tanto che subito dopo Fermi racconta eccitato a Persico: "La titubanza è sparita subito di fronte al modo insieme cordiale e interessante con cui Egli ha preso a discutere con me dell'argomento dei miei studi. (...) La sua affabilità, il modo intelligente e arguto con cui riusciva talvolta a dire anche verità spiacevoli senza minimamente offendere, la sua assoluta sincerità, il reale interesse che Egli provava per le questioni sia scientifiche che umane hanno conquistato subito la mia simpatia e ammirazione."<sup>6</sup>

Anche Corbino rimane colpito da quel giovane fisico e ne intuisce le eccezionali capacità intellettuali. Lo colpisce la sua grande cultura scientifica che, nonostante la giovane età, spazia in svariati campi. Per questo motivo vuole cercare a tutti i costi di tenerlo con sé, incoraggiandolo a tornare a fargli visita.

Fermi inizia così a frequentare l'Istituto di Fisica a Roma; è contento di poter discutere di fisica con Corbino, maturare la propria visione di quello che sta accadendo in Europa e provare a fare piani per il suo futuro.

## **L'avvento del fascismo**

L'autunno del 1922 inizia sotto i migliori auspici per Enrico Fermi che, anche se non ha ancora un lavoro, può frequentare l'Istituto di Fisica di Roma e relazionarsi, discutendo di fisica moderna, con la figura più

influyente nel panorama nazionale. Fermi torna spesso da Corbino, ormai per i due è un'abitudine incontrarsi e confrontarsi in via Panisperna. Anche la mattina del 28 ottobre 1922 Fermi è all'Istituto di Fisica. Ma quella mattina il clima è diverso dal solito: Corbino è cupo e preoccupato, a differenza delle altre volte non vuole discutere di fisica né fare progetti di studio e di lavoro... quel giorno le camicie nere del Partito Nazionale Fascista guidato da Benito Mussolini marciano sulla città, rivendicando la guida politica del Regno e minacciando un colpo di stato armato.

Corbino, già dalle prime ore della giornata, sente che con quella manifestazione a Mussolini verrà probabilmente affidato l'incarico di formare un governo, cosa che avverrà solo due giorni dopo, il 30 ottobre 1922. E in quelle ore così si esprime: "Verranno sacrificati tanti giovani che erano in cerca di un ideale e non hanno trovato niente di meglio del fascismo, (...) avremo la dittatura fascista e Mussolini per dittatore."<sup>7</sup>

Da quel drammatico giorno di ottobre fino al giorno della sua morte, Corbino rimarrà sempre scettico verso il fascismo. Nonostante questo, al contrario di molti suoi colleghi, per i suoi alti meriti accademici, nel giro di qualche anno il fisico siciliano verrà nominato Ministro dell'economia dallo stesso Mussolini.

Possiamo immaginare il ventiduenne Enrico Fermi, in quel giorno carico di storia, girare inquieto e sconvolto nelle stanze tranquille dell'Istituto di Fisica. Lo immaginiamo in silenzio, mentre guarda fuori dalla finestra dell'ufficio di Corbino, proprio mentre qualcuno spara in cielo un colpo di pistola e, fuori dall'Istituto, lungo via Panisperna, una delle diecimila camicie nere che assediano la città fugge urlando.

## **In giro per l'Europa**

Passano soltanto due giorni dall'inizio della marcia su Roma quando Corbino, ben consapevole che la situazione politica italiana sta precipitando, accelera i tempi per garantire a Fermi una borsa di studio. Il 30 ottobre 1922 presiede la commissione che si dichiara unanime nell'assegnare a Fermi una borsa di studio di perfezionamento in Germania, dove potrà frequentare e imparare la fisica moderna dai più grandi fisici del tempo.

A nostri giorni, se uno studente universitario volesse esplorare le ricerche che i laboratori europei svolgono nel campo della fisica, con una semplice richiesta standard e i requisiti giusti verrebbe destinato, grazie al programma Erasmus, in uno dei tanti centri di ricerca sparsi in Germania, in Francia o in Spagna. Negli anni Venti, invece, non è altrettanto semplice: le nazioni, in guerra fino a qualche anno prima, hanno interessi divergenti e soffiano già forti venti nazionalisti. Gli stessi venti che porteranno ai regimi totalitari di Italia e Germania e poi alla Seconda Guerra Mondiale. Oltre a questo si devono aggiungere le tante difficoltà politiche, economiche e burocratiche di un'Europa non ancora unita. Nonostante tutto, Fermi, grazie all'appoggio di Corbino, riesce a partire per Gottinga in Germania dove verrà accolto dal celebre fisico Max Born (1882 - 1970), per poi raggiungere qualche mese dopo a Leida, in Olanda, la scuola di fisica statistica di un altro grande fisico dell'epoca, l'austriaco, naturalizzato olandese, Paul Ehrenfest (1880 - 1933).

Nonostante la lontananza, Fermi continua a restare in contatto con l'amico Persico al quale racconta, per via epistolare, gli incontri con i maggiori fisici del tempo. Scrive Fermi nell'ottobre 1924: "Siccome, contrariamente alle tue previsioni, io non sono morto né dormo, ti manderò qualche mia notizia. L'ambiente che ho conosciuto qui a Leiden è molto simpatico e piacevole. Ho conosciuto: Einstein che è stato qui per una ventina di giorni; persona molto simpatica benché porti il cappello a larga tesa per darsi l'aria di un genio incompreso. È stato preso da una simpatia vivissima per me, che non poteva fare a meno di dichiararmi ogni volta che mi incontrava (peccato che non sia una bella bimba!). Ehrenfest, anche lui molto simpatico e cortese, benché non sfigurerebbe in un negozio di abiti usati al ghetto. (...) Lorentz, caratteristica essenziale occhi di fuoco, benché azzurri. Ho conosciuto poi parecchi altri, tra cui parecchi giovani che non hanno ancora un nome, ma che probabilmente se lo faranno."<sup>8</sup>

Lavorando accanto a fisici della levatura di Bohr, Einstein, Ehrenfest e i loro allievi, come Pauli ed Heisenberg, Fermi non solo impara i metodi della fisica e approfondisce ad altissimo livello le nuove teorie della fisica quantistica, ma soprattutto acquisisce una sicurezza e una maturità scientifica che gli serviranno, al suo ritorno in Italia, per prendere in mano le sorti di buona parte della ricerca scientifica nazionale.

Alla fine del 1924 la borsa di studio sta per scadere. A breve Fermi dovrà tornare in Italia e ancora una volta, nonostante la sua esperienza

europea, dovrà cercare un posto dove esprimersi e lavorare.

Tra le sue ricerche più importanti svolte a Leida, ricordiamo il lavoro pubblicato con il titolo “Sopra l’intensità delle righe multiple”, dove il giovane fisico si avvicina per raffinatezza e precisione ai precedenti lavori di Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld, considerato uno dei grandi fisici del tempo.

## **Ancora insieme**

Grazie al supporto di Corbino e all’amicizia con il fisico fiorentino Franco Rasetti con cui è sempre rimasto in contatto, Fermi riesce a guadagnare una borsa di studio all’università di Firenze. Viene chiamato, infatti, proprio dal professore di Rasetti, Antonio Garbasso, per occupare temporaneamente la cattedra di Fisica Matematica.

Come ai tempi di Pisa, i due amici tornano a vivere nella stessa città; Fermi prende in affitto la stanza spoglia dell’amico accanto all’Istituto di Fisica, nei pressi del colle di Arcetri. La stanza è piccola, provvista di una piccola stufa a olio, un letto singolo, una scrivania e una grande quantità di ragni e scorpioni.<sup>9</sup>

A Firenze, Fermi e Rasetti tengono insieme lezioni all’università e, parallelamente, svolgono alcune ricerche sulla fisica atomica e sulle onde radio. L’Istituto di Fisica fiorentino è relativamente all’avanguardia e per tradizione, dai tempi di Galileo Galilei, è sempre stato specializzato nel campo dell’ottica e, da qualche decennio, come in molti altri centri europei, anche nella spettroscopia. L’Istituto comunque, soffre dei soliti problemi: è poco finanziato e con scarsissimi strumenti per svolgere le attività di ricerca. Così si esprime Rasetti: “Questa situazione finanziaria faceva sì che l’edificio del laboratorio non venisse mai riscaldato in quanto, com’era facile calcolare, il riscaldamento di un mese avrebbe inghiottito le risorse finanziarie annuali della Facoltà di Fisica. Da dicembre a marzo la temperatura all’interno dell’edificio oscillava tra i tre e i sei gradi. (...) Il laboratorio possedeva anche vari amperometri (...). Se questi strumenti non fossero stati disponibili, l’esperimento non si sarebbe potuto effettuare perché i fondi di ricerca di cui disponeva l’istituto erano estremamente magri e non permettevano l’acquisto di apparati costosi.”<sup>10</sup>

Nonostante le difficoltà tecniche nel reperimento degli strumenti e il problema dell'escursione termica nei laboratori, i due amici riescono a portare a termine diverse e importanti ricerche. Una delle più importanti viene pubblicata addirittura su *Nature* e riguarda l'effetto di un campo magnetico alternato sui vapori di mercurio.

In realtà, Rasetti si era già interessato del fenomeno nei mesi precedenti, ma Fermi aggiunge alcune nuove interpretazioni teoriche che completano e arricchiscono gli aspetti sperimentali sviluppati da Rasetti. L'insieme dei due contributi guadagna l'attenzione della comunità internazionale e la pubblicazione su *Nature*.

Questo modo di operare, perfetta mescolanza di teoria e sperimentazione, rappresenta un buon esempio di quello che i due amici, insieme ad altri scienziati, faranno nel futuro in via Panisperna a Roma.

A Firenze, oltre ai successi accademici e di ricerca, Fermi e Rasetti, o sarebbe meglio chiamarli Enrico e Franco, tornano per qualche mese alla spensieratezza del periodo pisano, andando insieme in montagna e condividendo speranze e sogni per il loro futuro.

## **Modi diversi di contare**

Oltre ai lavori con l'amico, Fermi continua a elaborare e sviluppare quanto appreso nel periodo in Germania e in Olanda. In particolare, inizia a interessarsi di meccanica quantistica, disciplina che aveva imparato direttamente dai due padri fondatori Niels Bohr (1885 - 1962) ed Erwin Schrödinger (1887 - 1961).

A metà degli anni Venti, quando Fermi torna in Italia, le considerazioni di Planck sui quanti (1900, origine della meccanica quantistica) sono state ormai accettate dalla comunità scientifica, anzi, queste idee sono state estese e applicate con successo in molti casi pratici, come per esempio all'atomo di idrogeno (Bohr, 1913) ottenendone un modello nel nuovo paradigma quantistico.

L'atomo di idrogeno è il più semplice in natura, in quanto composto da un solo elettrone e il nucleo. Cosa succede, però, se vogliamo descrivere non un solo atomo, ma milioni o miliardi? Le variabili in gioco sono così tante che diventa impossibile sapere in che stato si trova ogni singolo atomo

e ci si deve accontentare per questo di una descrizione statistica, tenendo cioè in considerazione solo le quantità medie di tutto l'insieme di atomi.

Che tipo di statistica è alla base di tutto questo?

Verso la metà degli anni Venti, applicando le statistiche classiche utilizzate fino ad allora, come per esempio quella di Boltzmann, le predizioni teoriche su casi di grande interesse pratico, così come era accaduto per la catastrofe ultravioletta, portavano a risultati imbarazzanti e in palese disaccordo con i principi della termodinamica.

In quegli anni erano state proposte diverse soluzioni, ma nessuna convinceva i fisici, tanto che Einstein disse a riguardo: “Si tratta di una ricerca a tentoni priva di basi precise. Più la teoria dei quanti ha successo, meno seria appare. Come riderebbero i non addetti ai lavori se fossero in grado di seguire lo strano corso di questi sviluppi concettuali.”<sup>11</sup>

La situazione rimase sostanzialmente bloccata fino al 1924, quando un ricercatore indiano, Satyendra Nath Bose (1894 - 1974), inviò a Einstein un articolo già rifiutato da diverse riviste scientifiche. Albert Einstein, a differenza dei responsabili scientifici delle riviste, non rispedì lo scritto al mittente, ma lo analizzò con grande attenzione.

Riassumendo al massimo, l'idea di Bose riguardava il conteggio delle distribuzioni statistiche di particelle identiche in un gas. Bose proponeva di non trattare le particelle in maniera classica, ma di sfruttare il fatto che le particelle prese in considerazione erano tutte uguali tra loro. Per capire cosa propose il fisico indiano, facciamo un esempio del conteggio classico delle distribuzioni, cioè il caso in cui è possibile distinguere le particelle. Questo caso è lo stesso che si userebbe per contare in quanti modi diversi si possono tenere tra le mani due biglie. Se le biglie sono di colori diversi, una blu e una verde, i modi in cui le possiamo tenere in mano sono quattro: entrambe nella destra (1), entrambe nella sinistra (2), la verde a destra e la blu a sinistra (3), la blu a destra e la verde a sinistra (4).

Nel suo articolo, Bose puntò l'attenzione sul fatto che le particelle con cui di solito i fisici hanno a che fare erano invece identiche. Partendo da questa ipotesi, il fisico indiano propose di non conteggiare più volte la stessa distribuzione. Ovvero, nel linguaggio delle biglie, l'ipotesi di particelle indistinguibili equivale a considerare biglie dello stesso colore. In questo caso i modi di tenerle in mano non sono più quattro, ma diventano soltanto tre: tutte nella destra (1), tutte nella sinistra (2), una nella destra e l'altra nella sinistra (3).

Bose, con il contributo di Einstein, estese poi questo conteggio di distribuzione statistica a un numero arbitrario di particelle identiche e da questo ricavò una nuova statistica: la statistica di Bose-Einstein, appunto.

In questo modo Bose sbloccò quella situazione di paralisi, risolvendo molti dei problemi aperti nella descrizione quantistica di sistemi a più particelle. Tuttavia, per alcuni tipi di atomi e per gli elettroni nei metalli il problema rimaneva, e la statistica di Bose non riusciva ancora a prevedere i risultati ottenuti sperimentalmente.

Proprio a questo punto entra in scena Enrico Fermi. Lo scienziato italiano propone di partire dall'ipotesi di considerare le particelle identiche, esattamente come aveva fatto Bose, ma con la differenza fondamentale di ipotizzare che in natura le particelle identiche tendano a non stare nello stesso "posto", per esempio in un orbitale atomico.

Questo, tradotto nel linguaggio delle biglie e delle mani, è come chiedersi: è possibile che esistano biglie identiche che per loro natura non riescano a stare nella stessa mano? Fermi, in pratica, introduce nel conteggio il già noto principio di esclusione di Pauli ed esegue il conteggio delle distribuzioni possibili con questa nuova ipotesi. Effettuando il conteggio nel nostro esempio delle biglie, adesso è come se i modi di tenere in mano le due biglie (distribuzioni) non fossero più quattro o tre, ma uno solo. Ovvero, l'unica possibile distribuzione è quella in cui una biglia è in una mano e una biglia nell'altra.

È la fine del 1924 quando Fermi pubblica quest'idea sulla più importante rivista di fisica italiana, *Il Nuovo Cimento*, con un articolo intitolato "Considerazioni sulla quantizzazione di sistemi che contengono elementi identici". Così inizia il suo articolo: "È noto d'altra parte che tutti i tentativi finora fatti di estendere quelle regole anche al calcolo di elementi più complessi non hanno riportato altro che a risultati qualitativi, e che, malgrado numerosi sforzi, l'accordo quantitativo tra esperienza e teoria non si è potuto raggiungere nemmeno per l'elio che, dopo l'idrogeno, è il più semplice atomo. (...) In questo lavoro mi propongo di mostrare come ci siano delle ragioni che inducono a credere che l'insuccesso sia dovuto piuttosto all'insufficienza delle condizioni di Sommerfeld a calcolare le orbite statiche di quei sistemi che (...) contengono alcune parti identiche (del caso dell'atomo di elio p.e. i due elettroni sono tra di loro indistinguibili)."<sup>12</sup>



La statistica di Fermi, insomma, aggiunge la metà mancante alla soluzione del problema e descrive perfettamente anche quelle particelle che non obbedivano alla statistica di Bose, come per esempio gli elettroni.

Dopo la pubblicazione dell'articolo di Fermi seguirono immediatamente le applicazioni ai casi specifici; di particolare importanza fu la descrizione degli elettroni nei metalli, caso che darà un contributo fondamentale per lo sviluppo dei transistor e per la nascita della moderna elettronica a semiconduttori. Altre applicazioni riguarderanno lo studio dei gas, dei liquidi, delle stelle fino ad arrivare alla modellizzazione delle dinamiche sociali e dei sistemi economici.

Dopo le pubblicazioni dei lavori di Bose e di Fermi, le cose sono dunque tornate in ordine: le due statistiche riescono a descrivere tutti i casi, salvo dividere le particelle esistenti in natura in due classi fondamentali: i bosoni che obbediscono alla statistica di Bose e i fermioni che invece seguono la statistica di Fermi.

La fama di Fermi ora si allarga ben al di fuori dei confini nazionali; i suoi articoli e le sue ipotesi arrivano sulla scrivania di Einstein, Dirac, Pauli, Sommerfeld e contribuiscono al progresso della scienza internazionale.

Nonostante i suoi risultati e il suo prestigio, però, Fermi è ancora senza una cattedra. L'occasione di ottenerne una arriva proprio alla fine del 1925, l'anno dopo la sua importante pubblicazione sulle particelle identiche. L'Università di Cagliari indice un concorso per la cattedra di Fisica Matematica ma, nonostante la fama e le capacità di Fermi siano all'apice, la commissione nomina vincitore il matematico Giovanni Giorgi, tra gli ideatori del sistema di misura che è alla base di quello utilizzato oggi, quello metrico decimale (MKS).

Fermi è molto amareggiato, ha 24 anni e non ha ancora un lavoro, non sa bene cosa fare e soprattutto dove andare: tornare a Roma o viaggiare tra le università europee?

- 
1. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.
  2. Silvana Galdabini, Giuseppe Giuliani, *Physics in Italy between 1900 and 1940: the universities, physicists, funds and research*, Historical Studies in the Physical and Biological Sciences, XIX, 1988.
  3. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.
  4. Orso Mario Corbino, *Conferenze e discorsi di O.M. Corbino*, Edizioni Pinci, Roma 1937.
  5. Laura Fermi, *Atomi in famiglia*, Mondadori, Milano 1954.
  6. Ivi.

7. Giovanni Battimelli e Giovanni Paoloni, *Il ministro scienziato*, Le Scienze (Scientific American), n° 484, dicembre 2008.
8. Lettera di E. Fermi a E. Persico, 23 ottobre 1924, Archivio Enrico Fermi, Università di Pisa.
9. Valeria del Gamba, *Il ragazzo di via Panisperna. L'avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, Bollati Boringhieri, Torino 2007.
10. Judith R. Goodstein, “Conversando con Franco Rasetti”, traduzione di E. Piccio in *Sapere*, giugno 2003. Versione integrale in *Physics in perspective*, vol III, 2001.
11. Albert Einstein, Lettera a Heinrich Zangger, 20 maggio 1912, AEA 39–655.
12. Enrico Fermi, “Considerazioni sulla quantizzazione dei sistemi che contengono degli elementi identici”, *Il Nuovo Cimento*, dicembre 1924, Volume 1.

## Capitolo 4

# LA FORMAZIONE DELLA BANDA

*Questa era l'occasione per decidere di cambiare. Così mi iscrissi a  
Fisica.  
Edoardo Amaldi*

## **Finalmente una cattedra!**

Il 9 novembre 1926 è un'altra giornata nera per l'Italia. È stato appena arrestato il filosofo e parlamentare Antonio Gramsci: il fascismo sta prendendo una svolta sempre più autoritaria e minacciosa. Ironia della sorte, proprio in quei giorni, Fermi riceve al contrario una grande notizia: la commissione presieduta da Orso Mario Corbino ha istituito la prima cattedra di Fisica Teorica in Italia assegnandola proprio a lui. Così si esprime la commissione in merito a tale assegnazione: “Esaminata la vasta e complessa opera scientifica del professor Fermi, si è trovata unanime nel riconoscerne le qualità eccezionali, e nel constatare che egli, pur in così giovane età e con pochi anni di lavoro scientifico, già onora altamente la fisica italiana. (...) Mentre gli sono perfettamente famigliari i concetti più delicati della meccanica e della fisica matematica classica, riesce a muoversi con piena padronanza nelle questioni più difficili della fisica teorica moderna, cosicché egli è oggi il più preparato e il più degno per rappresentare il nostro Paese in questo campo di così alta e febbrile attività scientifica mondiale.”<sup>1</sup>

Questa nomina, oltre alla tanto ambita e meritata cattedra per Fermi, rappresenta anche l'atto di nascita del gruppo di giovani fisici che sarebbero

passati alla storia come “i ragazzi di via Panisperna”. Da quel giorno, infatti, Fermi si stabilirà in via Panisperna e lentamente, con il supporto di Corbino, formerà uno dei gruppi di ricerca più importanti della storia scientifica italiana.

## **Prima chiamata: Franco Rasetti**

Dopo essere stato in giro per mezza Europa e per molte città italiane cercando il luogo giusto dove esprimere tutto il suo talento, Fermi viene celebrato proprio a Roma e finalmente può camminare per le strade della sua città con la testa alta e lo sguardo orgoglioso. È giovane, brillante, ha acquisito esperienza e riconoscimento internazionali e, soprattutto, ha l'ambizione di portare tutto il mondo che ha visto oltre confine, quello della nuova fisica, anche in Italia. Quella che sta per iniziare, più che una semplice carriera scientifica, assomiglia di più a un viaggio che per essere intrapreso ha bisogno di compagni fedeli con i quali condividere i problemi, le gioie e le difficoltà.

Proprio per questo, non appena nominato professore, Fermi sente il desiderio di creare un gruppo di studenti e collaboratori che possano affiancarlo, soprattutto per le competenze sperimentali. Questa, come abbiamo già visto, è la nuova modalità di operare della ricerca scientifica nel campo della fisica che rende pratica e teoria praticamente inseparabili.

Con questo obiettivo, Fermi presenta subito un giovane fisico sperimentale a Orso Mario Corbino che, dopo un colloquio positivo, assume il candidato con il contratto di assistente di laboratorio. Quel giovane scienziato, guarda caso, è Franco Rasetti.

All'interno dell'Istituto di via Panisperna 89/A viene sgombrata una stanza: diventerà il primo laboratorio di Rasetti e Fermi, dove i due iniziano subito a fare esperimenti di spettroscopia e studio degli atomi.

I due amici, dopo Pisa e Firenze, tornano ancora una volta insieme, il padrone di casa ora è Enrico che può mostrare al compagno tutti i luoghi in cui è cresciuto, gli amici di sempre, la sua famiglia e la sua città.

## **Nuovi arrivi**

I due amici sono ormai in “viaggio” da qualche mese: nel giugno del 1927, a Roma è tornato il caldo e nella facoltà di ingegneria gli studenti seguono una delle ultime lezioni del corso di Elettrologia, prima della prova degli esami. Seguono attenti un professore brillante che ha la loro stima e ammirazione, e ama essere circondato dai giovani ai quali dispensa consigli e suggerimenti. Quel professore è Orso Mario Corbino.

Finita la sua lezione, Corbino richiama l'attenzione dell'aula e annuncia: “Credo che se ci sono persone in grado di fare uno sforzo adeguato, questo è il momento giusto per cambiare da ingegneria a fisica. Abbiamo fatto in modo di avere Fermi qui a Roma. Forse non sapete chi è Fermi, ma sono sicurissimo che non abbiamo mai avuto in Italia da tanti, tanti anni un fisico con la sua classe. È molto giovane e conosce la fisica moderna. Noi anziani non ne sappiamo niente, ma lui sì; e se cambiate ci saranno un bel po' di opportunità per fare un lavoro molto interessante.”<sup>2</sup>

Corbino è riuscito a far tornare Fermi a Roma e in questo giovane e talentuoso fisico ripone le speranze per gettare le basi per una scuola di fisica moderna al pari delle altre capitali europee. Sia Fermi sia Corbino sanno benissimo che quel progetto ambizioso necessita di studenti, ricercatori e scienziati motivati e capaci. Per trasformare quel sogno in qualcosa di concreto serve un gruppo di persone dinamiche e flessibili con cui lavorare e costruire un progetto complesso. L'intervento di fine lezione di Corbino va proprio in questa direzione: è una sorta di chiamata alle armi per provare ad attrarre gli studenti più curiosi e capaci del panorama universitario romano.

La campagna di arruolamento ha successo, il passaparola e le varie comunicazioni in aula hanno funzionato: tre giovanissimi studenti arrivano subito in via Panisperna, ancora prima che finisca il 1927. Il più grande di loro è Emilio Segrè, ha ventidue anni, mentre gli altri due sono Edoardo Amaldi ed Ettore Majorana che ne hanno solo diciannove.

## **La formazione della banda**

Ora immaginatevi il suono di un basso che riempie la scena, mentre nell'aria riecheggiano le note acute della tromba e l'arpeggio di una chitarra. Immaginatevi l'inizio di un film in cui, nonostante il sottofondo musicale, non appaiono i personaggi di una pellicola pulp di Quentin

Tarantino, ma i fisici di via Panisperna, la banda di via Panisperna, i protagonisti della nostra storia.

Al centro, con un sorriso beffardo, il baffo e il sigaro in bocca c'è il "Padreterno", Orso Mario Corbino, il boss siciliano e senatore del Regno. Ha un lungo passato da scienziato e ora è un uomo potente e rispettato che vuole portare nel Paese il suo rinnovamento.

Dietro di lui, con le braccia conserte, c'è il "Sommo Pontefice", Enrico Fermi, che ha ricevuto dal boss l'incarico di diffondere il suo vangelo. È giovane ma ha la mente veloce, ha un grande piano, ma non sa ancora come metterlo in atto.

Al suo fianco, alto e snello, c'è il "Venerato Maestro", Franco Rasetti, consigliere fidato e viaggiatore impavido. Parla sei lingue ed è informato su tutto quello che accade intorno al gruppo. Sa proteggere e istruire i giovani.

Poi, con i camici grigi e un po' sgualciti, ci sono il "Basilisco" Emilio Segrè, "l'Abate" Edoardo Amaldi e poi c'è il "Grande Inquisitore", Ettore Majorana, genio cupo dagli occhi scuri, disilluso e pessimista.

E naturalmente non può mancare la "Divina Provvidenza" il tecnico Giulio Cesare Trabacchi che dall'Istituto Superiore di Sanità, limitrofo all'Istituto di Fisica, fornisce i materiali per gli esperimenti ai giovani fisici di via Panisperna.

Quelli che sembrano nomi inventati da uno sceneggiatore di Hollywood, in realtà sono i nomignoli che i ragazzi dell'istituto si affibbiavano in quei primi mesi eccitanti di ricerca e studio.



**Figura 4.1** – I ragazzi di via Panisperna (da sinistra a destra): Oscar D’Agostino, Emilio Segrè, Edoardo Amaldi, Franco Rasetti, Enrico Fermi. A completare la banda, in questa foto, mancano solo Bruno Pontecorvo (che scatta la foto) ed Ettore Majorana (per gentile concessione del Dipartimento di Fisica, Archivio Amaldi – Sapienza Università di Roma).

## **Emilio Segrè, il Basilisco**

“Terminai la scuola superiore nel luglio del 1922, mi immatricolai in ingegneria in base a un processo di eliminazione – racconta Emilio Segrè. – L’idea di una carriera come fisico sembrava ben lontana dall’essere attraente, perché offriva scarse speranze di trovare un impiego qualsiasi. (...) Per di più mi chiedevo con un certo timore se in Italia la fisica fosse aggiornata.”<sup>3</sup>

Nel 1927, Emilio Segrè (1905 - 1989) ha ventidue anni e studia al quarto anno d’ingegneria. Per passione segue con interesse gli sviluppi della fisica moderna, continuamente tentato dall’isciversi a Fisica, mentre “il disgusto per gli studi di ingegneria aumentava costantemente.”<sup>4</sup>

Il momento di svolta arriva proprio nella primavera del 1927, quando un compagno di corso gli presenta l’assistente di Fermi, Franco Rasetti. Tra i

due nasce subito un'amicizia che viene rafforzata dalle scorribande per gli Appennini a bordo della Fiat 509 del giovane studente di ingegneria.

Segrè proviene da una famiglia ebraica e benestante di Tivoli, per questo motivo possiede già un'automobile, che in quegli anni in Italia è ancora un bene di lusso che in pochi, anzi pochissimi, posso permettersi.

Dopo qualche settimana, Rasetti a sua volta presenta il suo nuovo amico a Fermi, durante una gita a Ostia. Quel giorno Fermi "mi sfidò a calcolare le vibrazioni di una corda pesante che dondolava sospesa per un capo, cosa che feci con sua soddisfazione. Così cominciai a fare amicizia con lui" racconta Segrè. Dopo aver conosciuto Fermi e dopo averlo sentito disquisire di fisica, con una competenza che nelle aule d'ingegneria non aveva mai incontrato, la sua tensione verso la fisica diventa ancora più forte, quasi irresistibile.

"A Como, dal 6 al 12 settembre 1927, c'era un congresso internazionale di fisica per il centenario della morte di Volta. (...) C'erano molte celebrità tra cui Rutherford, Lorentz, Compton, Millikan, Planck, von Laue, Sommerfeld, Lasareff, Pauli, Heisenberg, Bohr e altri. Mancava Einstein che non voleva metter piede nell'Italia fascista. (...) Il solo degli Italiani che contasse era manifestamente Fermi. (...) La conferenza di Como fu la goccia che fece traboccare il vaso e mi fece passare da ingegneria a fisica."<sup>5</sup>

Finalmente, dopo mesi di titubanze, Segrè decide per il trasferimento a Fisica e dai giorni successivi al congresso di Como inizia a frequentare l'Istituto di Panisperna, dove passa buona parte del suo tempo tra il laboratorio e le sale studio.

Fermi, con la pazienza e le attenzioni del buon maestro, ogni tardo pomeriggio chiama il giovane fisico, di solo 5 anni più giovane di lui, nel suo ufficio per supportarlo nello studio degli esami, spesso sconfinando in altre spiegazioni e nuovi punti di vista sulla fisica moderna.

"Nessuno lo notò, ma ero diventato, almeno ufficiosamente, il primo allievo di Fermi e, contemporaneamente, era nata la scuola di fisica di Roma."<sup>6</sup>

A breve Segrè sarebbe diventato per tutti gli abitanti di via Panisperna 89/A il Basilisco, perché quando si arrabbiava sputava fuoco come la figura mitologica. Sarebbero passati invece più di trent'anni (1959) affinché la sua scelta di passare a Fisica venisse coronata con il premio più bello: il Nobel!



## Ettore Majorana, il Grande Inquisitore

Emilio Segrè è entusiasta dell'esperienza nel gruppo di Fermi e ne parla subito a un suo compagno di corso a ingegneria, Ettore Majorana (1906 - 1938), studente dotato di straordinarie doti intellettuali, soprattutto nel campo della logica matematica.

Segrè vuole presentarlo a Fermi per farlo entrare nel nascente gruppo di ricerca: “Ti puoi accorgere del suo talento perché puoi chiedergli cose che non puoi chiedere a nessun altro al mondo. È un prodigio. (...) Gli puoi chiedere di integrare, non so, un integrale molto complicato e così via; lo esamina e ti dà il risultato senza neanche scriverlo. Può fare delle prodezze di questo tipo, oltre a prodezze numeriche, ma queste sono più che altro uno show teatrale.”<sup>7</sup>

Ettore Majorana è un ragazzo silenzioso e introverso, ha i capelli scuri e gli occhi neri ma scintillanti. Fuma molto e parla poco, quando lo fa riempie i suoi discorsi di disillusione e cinismo. Nonostante il suo carattere schivo, un giorno, spinto dalla curiosità per quel Fermi di cui tanto si parla in giro, decide di visitare via Panisperna. Fermi lo riceve e gli spiega l'attività del gruppo. Possiamo immaginare cosa abbia raccontato il fisico teorico romano al giovane studente di ingegneria: “Stiamo lavorando sugli atomi pesanti, strutture che hanno molti elettroni nel guscio esterno. Questi elettroni possono essere descritti dalla statistica quantistica che io ho sviluppato qualche anno fa e che ora, grazie a opportune modifiche proposte da Dirac, è conosciuta come statistica di Fermi-Dirac. In questi mesi stiamo cercando di applicare questa statistica all'intero atomo e abbiamo sviluppato un particolare modello, conosciuto come modello di Thomas-Fermi che sembra descriverlo con successo. Conoscere però gli atomi in termini quantitativi vuol dire risolvere delle equazioni piuttosto difficili. Noi le abbiamo risolte in maniera approssimata e abbiamo riportato i risultati in questa tabella, che oggi è utilizzata dai maggiori fisici e riproduce bene i risultati sperimentali.”

Mentre parla, Fermi mostra a Majorana un foglio pieno di numeri ordinati in righe e colonne. Il giovane studente guarda quella tabella solo per qualche istante, poi chiede ancora alcune precisazioni e ascolta il celebre fisico dilungarsi sapientemente su altri dettagli teorici. Solo quando è quasi sera Majorana lascia l'Istituto, salutando Fermi. Secondo molte fonti, la mattina successiva, Majorana torna in via Panisperna ed entra

diretto nello studio di Fermi, chiedendo gentilmente di mostrargli ancora una volta la tabella del giorno prima. Mentre Fermi cerca di recuperarla tra i fogli della scrivania, Majorana tira fuori dalla tasca della giacca un piccolo foglio di carta su cui è riportata una tabella, simile a quella che ora Fermi gli sta mostrando. Majorana l'ha calcolata e compilata durante la notte e ora, come in *trance*, sta confrontando velocemente le due tabelle, restando in silenzio davanti agli occhi increduli di Fermi.

Dopo qualche minuto rompe il silenzio, dicendo: “La sua tabella va bene, professor Fermi”, poi, senza aggiungere altro torna sui suoi passi uscendo dallo studio e dall'istituto.”<sup>8</sup>

Per Majorana, Fermi ha passato l'esame.

Majorana inizia così a partecipare alle attività del gruppo di Fermi senza però una reale costanza. Rimane formalmente iscritto a ingegneria per un altro anno; il suo talento è impressionante, non compra nessun libro e, un paio di giorni prima degli esami, sfoglia quelli della biblioteca per capire gli argomenti. Con questo metodo passa eccellentemente la maggior parte degli esami, anche se non si risparmia la bocciatura in altri.

Nel frattempo collabora alle ricerche di Fermi senza però ricevere alcun compenso, visti gli scarsi finanziamenti del dipartimento di Fisica. La sua famiglia, a Catania, è abbastanza ricca da poter far studiare tutti e i cinque figli, anche fuori sede come nel caso di Ettore: suo nonno è stato deputato e ministro del governo di Agostino Depetris, il padre è un importante ingegnere, mentre lo zio, Quirino Majorana, è un'autorità nel mondo delle radiocomunicazioni.

Werner Heisenberg (1901 - 1976), uno dei più grandi fisici del tempo, nel 1933 ospiterà Majorana, ormai laureato, per qualche mese nel suo gruppo di ricerca a Lipsia. Eccone una sua ficcante descrizione: “Forse non era pessimista in particolar modo verso la fisica, ma piuttosto verso la vita in generale. Era un tipo di persona difficile. Qualche volta ho pensato che forse attraversò dei momenti particolarmente difficili della sua vita, con altre persone, forse con delle ragazze o qualcosa del genere. Non lo so. A ogni modo, non potevo capacitarmi del fatto che, pur essendo un giovane uomo, e quel tipo brillante di giovane uomo, potesse essere così pessimista. Era una persona molto attraente, e mi piaceva averlo nel gruppo a Lipsia. Cercavo di incontrarlo frequentemente, e lo avevamo con noi ai nostri giochi di ping-pong. Mi sedetti con lui e gli chiesi non soltanto di fisica, ma anche delle sue cose private e così via. Insomma, tentai di mantenere un

contatto con lui. Era una persona molto attraente ma molto nervosa, cosicché poteva andare in uno stato di certa eccitazione se parlavi con lui. Era un po' difficile.”<sup>9</sup>

Ma dietro quei silenzi e quella malinconia c'è una mente geniale. Fermi non impiega molto ad accorgersene e, anche se il ragazzo siciliano frequenta saltuariamente via Panisperna, in poco tempo Majorana diventa l'unico del gruppo a poter discutere alla pari con lui. Amaldi ricorda che una volta Fermi e Majorana fecero una gara: “Si trattava di calcolare un'espressione, se ben ricordo un integrale, che Fermi doveva calcolare facendo uso della lavagna e Majorana a memoria. Mentre tutti noi stavamo a guardare in silenzio, Fermi scriveva passaggi e passaggi a grande velocità tanto da riempirne una lavagna di dimensioni normali: Majorana stava voltato da un'altra parte con lo sguardo fisso a terra. Quando Fermi giunse al risultato e disse: ‘Ecco, ho fatto’, Ettore rispose: ‘Anch'io’ e diede il risultato numerico.”<sup>10</sup>

Un ragazzo davvero geniale con l'aspetto di un saraceno, silenzioso e profondo: il “Grande Inquisitore” insomma. Concludiamo la descrizione di Majorana con questo racconto di Amaldi dove troviamo condensato tutto il genio anomalo dello scienziato siciliano: “Talvolta, nel corso di una conversazione con qualche collega, diceva quasi incidentalmente di avere fatto durante la sera precedente il calcolo o la teoria di un fenomeno non chiaro che in quei giorni aveva colpito l'attenzione sua o di qualcuno di noi. Nella discussione che seguiva, sempre molto laconica da parte sua, Ettore a un certo punto tirava fuori dalla tasca il pacchetto delle sigarette Macedonia (era un fumatore accanito) sul quale erano scritte, in una calligrafia minuta ma ordinata, le formule principali della sua teoria o una tabella di risultati numerici. Copiava sulla lavagna parte dei risultati, quel tanto che era necessario per chiarire il problema, e poi, finita la discussione e fumata l'ultima sigaretta, accartocciava il pacchetto e lo buttava nel cestino.”<sup>11</sup>

## **Edoardo Amaldi, l'Abate**

Anche Edoardo Amaldi (1908 - 1989) nel 1927 è iscritto a ingegneria all'Università di Roma, e alla fine del corso di elettrologia del primo anno è uno di quegli studenti che sente il discorso di Corbino a fine lezione. Edoardo è figlio dell'illustre matematico Ugo Amaldi, ha diciannove anni e

anche lui, come Segrè, è sempre stato interessato alla fisica. Il discorso del professor Corbino è decisivo per fargli fare il salto: “Per due anni ero stato molto interessato, ma in un certo senso non avevo avuto il coraggio di farlo. Questa era l’occasione per decidere di cambiare. Così mi iscrissi a Fisica.”<sup>12</sup>

Anche per lui la scelta si rivelerà azzeccata, infatti, oltre a entrare a far parte di uno dei gruppi di ricerca più famosi della storia della scienza, nel dopoguerra Amaldi contribuisce in prima persona alla creazione dell’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), del Centro Europeo di Ricerche Nucleari (CERN) di Ginevra e dell’Agenzia Spaziale Europea (ESA) svolgendo cariche istituzionali di primo livello in tutti questi importanti enti di ricerca. Oggi è considerato tra le personalità scientifiche italiane più importanti del XX secolo.

## **Il gruppo si allarga. Bruno Pontecorvo**

Con il raggiungimento di nuovi risultati, sperimentali e teorici, la fama del gruppo di via Panisperna cresce. Tra il 1926 e il 1930, oltre ai già citati lavori di Fermi, anche Rasetti e Segrè pubblicheranno importanti lavori su riviste internazionali. Il gruppo, condotto da Fermi e voluto da Corbino, diventa sempre più attrattivo per giovani studenti e ricercatori e, negli anni, alla banda si aggiungono importanti elementi, tra cui Bruno Pontecorvo, denominato il “Cucciolo”, e Oscar D’Agostino, che diventerà il chimico del gruppo.

Bruno Pontecorvo (1913 - 1993) arriva in via Panisperna nel 1931 a soli diciotto anni: è un ragazzo simpatico e brillante. È pisano e proviene da una facoltosa famiglia ebraica, ha conosciuto Enrico Fermi all’età di dieci anni, mentre il fisico romano era studente alla Normale, università della sua città. Il fratello maggiore di Pontecorvo, in quegli anni, è molto amico di Rasetti e di conseguenza conosce anche Fermi. “Nella nostra famiglia – racconta Bruno Pontecorvo – tutti erano al corrente che Rasetti aveva un compagno di corso che era un vero e proprio genio. Una volta Rasetti lo portò a casa nostra” e lo presentò ai genitori e ai fratelli che ebbero una reazione che “può essere riassunta così: Non è che Rasetti esagera? Chi potrebbe credere che quel ragazzo timido e silenzioso sia un genio?”<sup>13</sup>

Rasetti, come sappiamo, non esagerava e, nei dieci anni successivi a quell'incontro, Fermi dimostrerà tutto il suo talento, diventando titolare della cattedra di Fisica teorica a Roma e uno dei fisici più autorevoli d'Europa.

Nel frattempo, il giovane Bruno Pontecorvo è cresciuto e all'inizio degli anni Trenta si iscrive a Ingegneria a Pisa, ma anche per lui, dopo pochi mesi, arriva l'insofferenza verso gli studi tecnici: il fratello maggiore, amico di Rasetti, lo incita a lasciare Ingegneria per raggiungere il gruppo di Fermi a Roma. Così, dopo qualche mese di titubanze, Pontecorvo decide di passare a Fisica, lasciando Pisa, per raggiungere a Roma quel "ragazzo timido e silenzioso" che aveva conosciuto tanti anni prima.

Appena arrivato a Roma, Pontecorvo svolge l'esame (informale) di ammissione davanti alla commissione composta da Fermi e Rasetti. Come è facile immaginare, vista la sua giovanissima età, l'esame non è brillante, Pontecorvo dimostra ancora diverse lacune nella conoscenza della fisica. Questo il giudizio di Fermi: "Purtroppo, oggi i fisici si dividono in due categorie: i teorici e gli sperimentali. Ai teorici si chiede molto. Se il fisico teorico non raggiunge un livello molto alto, il suo lavoro è assolutamente privo di significato. In questo senso esiste una certa analogia tra il lavoro del fisico teorico e la professione di egittologo. Se l'egittologo non risulta essere un eminente scienziato, significa semplicemente che ha sbagliato mestiere. Per quanto riguarda invece la fisica sperimentale, anche le persone dotate di capacità comuni hanno la possibilità di fare un lavoro valido. Lo sperimentale può, per esempio, misurare la densità di tutte le sostanze. Sarà un lavoro molto utile, anche se per farlo non serve una grande intelligenza."<sup>14</sup>

Con queste chiare indicazioni, Pontecorvo sceglie di iscriversi a Fisica, passando direttamente al terzo anno, con la possibilità di rimanere nel gruppo di ricerca di via Panisperna, ma con la clausola di orientarsi al campo della fisica sperimentale. È il più giovane del gruppo, ha solo diciotto anni e per questo verrà chiamato il "Cucciolo". Anche per lui, oltre alle importanti attività svolte all'interno del gruppo di via Panisperna, il futuro riserverà grandi soddisfazioni scientifiche, che si svolgeranno soprattutto in Russia, dove Pontecorvo si trasferirà a partire dal 1950.

## **Oscar D'Agostino, il Chimico**

Nel 1933, quando si presenta alla corte di Fermi, Oscar D'Agostino (1901 - 1975) è un chimico sulla trentina di origini avellinesi. Nato nello stesso anno di Fermi, dopo la laurea in chimica nel 1926, D'Agostino inizia a lavorare in una fabbrica di pile a secco, utilizzate per il settore dei ricevitori radio, che alla fine degli anni Venti sembrava essere in grande espansione. Proprio mentre le cose sembrano andare per il meglio, il giovane chimico irpino un giorno riceve una comunicazione inaspettata: la fabbrica di pile sarebbe stata chiusa. Il racconto che segue, testimonianza diretta del protagonista, narra di come da questa situazione spiacevole il chimico irpino, alla fine, giunge in via Panisperna 89/A: "Così mi trovai di nuovo senza lavoro. Per un caso veramente fortuito avevo, proprio allora, conosciuto il professore Giulio Cesare Trabacchi, direttore (così si chiamava in quel tempo) del Laboratorio di Fisica della Direzione Generale di Sanità Pubblica, che oggi fa parte dell'Istituto Superiore di Sanità. Anche Trabacchi si interessava di pile a secco e con lui se ne interessava il professore Parravano, direttore dell'Istituto di Chimica dell'Università di Roma. Trabacchi mi presentò a Parravano. Un giorno Parravano mi disse: 'Senta, caro D'Agostino. So che lei cerca lavoro. Io non le posso offrire molto. Ma in attesa che anche per lei salti fuori un buon posto, vuole farmi l'assistente volontario?' Accettai con entusiasmo. Sapevo che l'incarico era assolutamente privo di qualsiasi remunerazione, ma mi apriva, forse, le porte alla carriera universitaria. Ero, dunque, lontano un miglio dall'immaginare la strada che di lì a poco mi si sarebbe spalancata. A mutare la mia vita fu un bigliettino che conservo nel mio portafoglio come un amuleto. È ormai ingiallito dal tempo e non contiene che poche parole: 'Si presenti al professore Rasetti, all'Istituto di Fisica. Credo che il professor Fermi le voglia parlare.' Queste le parole che mi scrisse Parravano nell'aprile del '33. Non conoscevo personalmente né Rasetti né Fermi. Sapevo, perché la cosa era nota in tutto l'ambiente universitario, che il primo era soprannominato 'il Cardinale Vicario' e Fermi 'il Papa'. Rasetti mi accolse con estrema affabilità. Mi spiegò subito che era stato il senatore Orso Mario Corbino a chiedere, d'accordo con Fermi, un chimico al professor Parravano. 'Stiamo facendo degli esperimenti molto importanti', mi disse Rasetti, 'e abbiamo bisogno di un chimico che sia pratico nella manipolazione di sostanze radioattive.' 'Io però non ho nessuna esperienza in materia', confessai subito. 'Questo il Papa lo sa benissimo', rispose Rasetti pronunciando il soprannome di Fermi con estrema disinvoltura. Così

andammo dal ‘Papa’. L’incontro fu cordiale. Fermi, piccolino, magro, leggero, mi strinse con calore la mano e mi ricordò subito che la moglie sua, la signora Laura, era stata mia alunna nel corso di chimica analitica tenuto all’università dal professore Berlingozzi di cui ero stato collaboratore. Parlò piano, con voce modulata, insinuante, con una leggera cadenza romana. ‘Lei sarà il nostro chimico dei fantasmi’, mi disse sorridendo Fermi. Così, infatti, erano stati chiamati ai primordi della radioattività, con evidente sarcasmo, quei chimici che si occupavano di sostanze radioattive naturali. Poi, forse leggendo nei miei occhi un dubbio, il ‘Papa’ aggiunse: ‘Lei andrà a Parigi nel laboratorio di Madame Curie. Con Parravano e Corbino abbiamo sistemato ogni cosa. Io ho già scritto a Madame Curie perché lo accolga nel suo Institute du Radium e le permetta di impraticarsi nella manipolazione di sostanze radioattive. Dal canto suo’, continuò Fermi, ‘il senatore Corbino ha ottenuto per lei una borsa di studio che le è stata concessa dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.’”<sup>15</sup>

Per Oscar D’Agostino non era stato coniato nessun soprannome, anche se sarebbe stato molto facile, come ammette lo stesso chimico parlando e scherzando del suo aspetto fisico: “Io porto un naso che non sembra proprio bucato col succhiello com’era quello della Nencia da Barberino, immortalato da Lorenzo dei Medici; il mio è un naso lungo e grosso a cui si potrebbe rivolgere la stessa domanda che Cirano dirigeva al suo popone: ‘Scusi, il monumento si può visitare?’”<sup>16</sup>

Enrico Fermi, Franco Rasetti, Emilio Segrè, Ettore Majorana, Edoardo Amaldi, Bruno Pontecorvo e Oscar D’Agostino, eccola qui la banda di via Panisperna, al gran completo.

A questi, pur non essendo parte integrante della banda, si devono aggiungere anche il già nominato Giulio Cesare Trabacchi e alcuni giovani ricercatori che in quei mesi concitati di ricerche e scoperte si aggiunsero per lavorare con il gruppo. Tra questi ricordiamo i giovani scienziati Giovanni Gentile e Giancarlo Wick.

---

1. Relazione della Commissione giudicatrice, in *Bolletino del Ministero dell’Educazione Nazionale* (Parte II: Atti di amministrazione), Anno 54 (1927).

2. Edoardo Amaldi, *La vita e le opere di Ettore Majorana*, Accademia Nazionale dei Lincei, 1966.

3. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.

4. *Ivi*.

5. *Ivi*.

6. *Ivi*.

7. Intervista al dottor Emilio Segrè di Thomas S. Kuhn a Berkeley, 18 maggio 1964, proprietà dell'American Institute of Physics.
8. Salvatore Esposito, *La cattedra vacante. Ettore Majorana: ingegno e misteri*, Liguori, Napoli 2009.
9. Intervista di T. S. Kuhn a W. Heisenberg, 5 luglio 1963, condotta nell'ambito del progetto "Archives for History of Quantum Physics (AHQP)".
10. Edoardo Amaldi, *La vita e le opere di Ettore Majorana*, Accademia Nazionale dei Lincei, 1966.
11. Edoardo Amaldi, "Ricordo di Ettore Majorana", *Giornale di fisica*, vol. 9, 1968, p. 300.
12. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.
13. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.
14. *Ivi*.
15. Oscar D'Agostino, *Il chimico dei fantasmi*, Mephite, Atripalda 2002.
16. *Ivi*.



## Capitolo 5

# DENTRO E FUORI VIA PANISPERNA

*Il futuro è di chi lo inventa.*

Alan Key, informatico

## I finanziamenti

Per produrre una buona ricerca scientifica non bastano buone idee. Negli anni Venti, così come ancora ai giorni nostri, occorrono finanziamenti, grandi finanziamenti. Per allestire un laboratorio, anche cercando di risparmiare, oltre alla necessità di comprare strumenti all'avanguardia, ci sono sempre e comunque le spese per la manutenzione, gli stipendi dei tecnici e, soprattutto, quelli dei ricercatori.

Quello a cui Fermi deve mettere mano non è nemmeno lontanamente un laboratorio al passo con i tempi: lo strumento più moderno e sofisticato presente negli inventari di via Panisperna è un dispositivo ottico di inizio secolo, ceduto dalla Germania come risarcimento delle spese per la Prima Guerra Mondiale.

I laboratori dell'istituto romano, inoltre, non hanno bisogno solo di essere rimodernati nella strumentazione scientifica, ma anche nell'organizzazione e in tutta la gestione, dall'acquisto del materiale di consumo, all'organizzazione degli spazi, fino alla formazione dei tecnici. Per far questo e molte altre cose servono soldi, molti soldi...

Almeno simbolicamente, un primo passo in questa direzione si compie durante una conferenza nazionale alla fine degli anni Venti.

Il 21 settembre 1929, a Firenze si tiene la riunione annuale della Società Italiana per il Progresso delle Scienze (SIPS). Alla presenza delle più importanti autorità scientifiche italiane, si discute soprattutto delle strade che avrebbe dovuto prendere il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), ente fondato pochi anni prima, ma da poco riformato. A presiedere la riunione e il CNR era stato nominato Guglielmo Marconi (1874 - 1937), inventore e scienziato di fama internazionale, premio Nobel per la fisica nel 1909. Lo scienziato italiano godeva di grande stima negli ambienti fascisti e allo stesso tempo era in buoni rapporti con Orso Mario Corbino. A dirigere il comitato di Fisica del CNR c'era, invece, Antonio Garbasso, direttore dell'Istituto di Fisica di Firenze, con il quale sia Fermi sia Rasetti avevano lavorato qualche anno prima. Insomma, tra le personalità più influenti del CNR vi erano due "amici" di via Panisperna.

Alla conferenza sono presenti i direttori di Fisica di tutti gli istituti d'Italia, molti professori e, oltre a Marconi, svariati ministri tra cui il Ministro dell'Educazione nazionale Balbino Giuliano. A Firenze, in quel settembre, dunque ci sono le personalità più influenti del momento.

Fin dall'apertura dei lavori la situazione sembra favorevole al gruppo di via Panisperna, infatti, il discorso del Ministro della Giustizia, Alfredo Rocco, auspica un ritorno alla collaborazione tra scienza pura e quella applicata: "Bisogna confessare che, per lungo tempo, la scienza pura aveva assorbito quasi interamente l'attività degli studiosi italiani. Le cause di questo fenomeno furono molteplici; ma vi influì soprattutto l'essere stata per lungo tempo la scienza in Italia quasi esclusivamente nelle università, dove le indagini di scienza pure erano, come è naturale, più apprezzate; la scarsità dei mezzi che rendeva più facili le ricerche teoriche di fronte alle assai più costose ricerche applicative; lo stadio ancora arretrato di sviluppo dell'industria e, in genere, della produzione economica; nonché l'insufficiente cultura e lo scarso spirito di iniziativa dei nostri produttori, che non facevano sentire il bisogno di nuovi ritrovati, o facevano accetti solo quelli già largamente conosciuti e applicati all'estero. Io sono d'avviso che questo lungo divorzio fra scienza e pratica, (...) abbia molto nociuto al nostro Paese."<sup>1</sup>

Dopo alcuni altri interventi, tocca a Orso Mario Corbino prender parola. Davanti a tutte quelle autorità, il direttore dell'Istituto di Fisica della capitale si trasforma in autorevole portavoce di una visione moderna della ricerca, proponendo un vigoroso rinnovamento. La ricetta che suggerisce

passa attraverso alcuni punti fondamentali: in primo luogo, la formazione dei professori e ricercatori doveva avvenire anche attraverso borse di studio per l'estero. In secondo luogo, dovevano essere istituiti laboratori nazionali ben finanziati, concentrando le risorse sui settori più promettenti, come già accadeva in Germania, Gran Bretagna e Stati Uniti. Infine, secondo la visione di Corbino, la scienza non poteva permettersi di chiudersi in una torre d'avorio ma avrebbe dovuto parlare alla società ed essere un propulsore per il rinnovamento del Paese: "I laboratori non debbono trasformarsi in asili dove dei bambini alti e grossi si trastullano con apparecchi come fossero balocchi; ogni ricerca, se non ha una utilità pratica per le applicazioni, deve almeno dire qualche cosa allo spirito umano."<sup>2</sup>

Il discorso di Corbino ha un grande impatto sui partecipanti della conferenza e sugli organi decisionali. Il suo intervento risulta fondamentale per dirottare l'assegnazione dei pochi fondi disponibili a favore dell'istituto romano, in particolare al gruppo di Fermi e a quello fiorentino, che si occupava di raggi cosmici.

La banda di via Panisperna riesce così a intercettare, in quegli anni difficili, una grande quantità di finanziamenti pubblici che, come scrive Rasetti, furono per il gruppo "una ricchezza favolosa, se si considera che la media per gli istituti di fisica delle università italiane era circa un decimo di quella somma."<sup>3</sup>

Oltre ai fondi per la ricerca, come auspicato da Corbino, emersero anche altre fonti di finanziamento, che diedero la possibilità agli studenti e ai ricercatori di via Panisperna di far visita ai laboratori più all'avanguardia del tempo, in Germania, Francia e Stati Uniti. Tali finanziamenti derivavano dalle borse di studio del CNR, della fondazione americana Rockefeller e della Fondazione Volta.

## **Rapporti con il regime**

Sempre nel 1929, anche grazie all'influenza di Corbino, Fermi viene eletto membro dell'Accademia d'Italia, la nuova accademia di professori e intellettuali fondata da Mussolini. Grazie al compenso economico che riceve da questa onorificenza, Fermi può finalmente abbandonare il lavoro presso l'Enciclopedia Treccani, che aveva accettato per arrotondare il suo stipendio da professore, e dedicarsi completamente alla ricerca.

In un certo senso quello dell'elezione all'Accademia d'Italia potrebbe rappresentare un elemento di vicinanza nei confronti del regime fascista. In realtà, l'interesse di Fermi verso la politica fu sempre piuttosto scarso e, diversamente da altri membri della banda romana, gli argomenti politici entravano raramente nei suoi discorsi. Tra i membri del gruppo di via Panisperna, per esempio, Bruno Pontecorvo ("il Cucciolo") era apertamente comunista, tanto da migrare poi durante la Guerra Fredda in Russia per continuare le sue ricerche. Proprio Pontecorvo ci racconta l'atteggiamento di Fermi rispetto al regime e alla politica in genere: "Avendo rapporti con una strettissima cerchia di intellettuali universitari, ai quali il mondo dell'antifascismo era assolutamente sconosciuto, Fermi non rivelò alcun interesse per la politica. D'altra parte, fino al 1936 la dittatura fascista non aveva troppo disturbato il lavoro di ricerca dell'Istituto. Inoltre, la situazione italiana era di gran lunga migliore di quella tedesca (...). Nonostante la sua indifferenza nei confronti della politica, durante il periodo vissuto a Roma sotto la dittatura fascista, Fermi conservò la sua incrollabile onestà scientifica, pur essendo membro dell'Accademia d'Italia. In particolare, all'Accademia come all'Università, si batté sempre perché venissero valutati, nell'assegnazione delle cattedre universitarie e di altri incarichi, i risultati scientifici e non i meriti nei confronti dello stato fascista."<sup>4</sup>

La nomina all'Accademia d'Italia consentiva a Fermi di fregiarsi del titolo di "sua Eccellenza" oltre che di poter indossare durante le cerimonie il classico vestito da accademico. Fermi non amava quel tipo di formalità, non faceva caso ai titoli e spesso faceva dell'ironia in proposito, non dando assolutamente importanza a queste cose. Non utilizzò mai i suoi "gradi", al di là di due divertenti episodi che mostrano quanto la personalità di Fermi non fosse avvezza alle cerimonie ufficiali e alla supponenza dei potenti.

Un giorno era stato invitato, in quanto illustre membro dell'Accademia d'Italia, alle nozze del principe ereditario della famiglia reale.<sup>5</sup> Per Fermi, partecipare a tutta la cerimonia sarebbe stata una sofferenza insopportabile, così decise di abbandonare gli sposi prima del tempo, utilizzando la sua piccola Bebè Peugeot Gialla, auto che, per gli schemi dell'accademia, non era assolutamente degna di un intellettuale del suo rango. La voglia di fuggire da quell'evento formale era fortissima, ma la strada risultava bloccata dal corteo nuziale e per Fermi sarebbe stato impossibile superarlo. Cercò comunque una strada alternativa e una delle guardie in forza

all'evento lo fermò mentre con la sua macchina cercava una via di fuga: “Dove va lei? – Gli chiese. – Sono l'autista di Sua Eccellenza Enrico Fermi – rispose Fermi – Devo seguirlo.” Solo così, riuscì a superare il corteo.

Era sempre a bordo della sua auto, con Amaldi, quando utilizzò per la seconda volta il titolo di “Sua Eccellenza”.<sup>6</sup> I due fisici erano di ritorno da una delle loro escursioni domenicali, quando la loro auto fu fermata da un uomo elegante e ben vestito, la cui auto si era scontrata contro il mezzo di un povero carrettiere. “Lei non sa chi sono io!” Ripeteva con arroganza l'automobilista al carrettiere cercando di spaventarlo per avere ragione sull'incidente. A Fermi fu subito chiaro che la colpa dell'incidente era di quell'uomo che cercava di fare la voce grossa con quel poveraccio poco istruito e andò su tutte le furie: “Io sono Sua Eccellenza Enrico Fermi! Otterrò giustizia!” Sbottò. Poi, con un gesto eclatante, per intimorire il “gentiluomo” lasciò il suo numero di telefono al carrettiere, salì in macchina e andò via.



**Figura 5.1** – L'Istituto di Fisica di Roma in via Panisperna (per gentile concessione del Dipartimento di Fisica, Archivio Amaldi – Sapienza Università di Roma).

## Spirito di squadra

Man mano che il gruppo diventava più grande diventò abituale organizzare dei seminari informali all'interno dell'Istituto, durante i quali venivano presentati dei risultati o i ragazzi si confrontavano apertamente su nuovi problemi teorici o sperimentali. Capitava spesso che Fermi o Rasetti

improvvisassero delle lezioni su temi vari, oppure spiegassero il contenuto di un articolo scientifico. In quelle occasioni Fermi dimostrava tutta la sua padronanza della materia, rinforzando la sua leadership, ma permettendo ai giovani di crescere ed esprimersi. Le seguenti parole di Rasetti descrivono bene lo spirito e le dinamiche del gruppo di via Panisperna: “La personalità unica di Fermi, la poca differenza di età fra 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 (...). Si tenevano riunioni che si potrebbero chiamare seminari, ma senza alcun orario o 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 o che aveva risolto o che cercava di risolvere.”<sup>7</sup>

Per la fisica italiana, ma forse più in generale per l’Italia degli anni Venti, questo è un metodo di studio e di far ricerca completamente nuovo. È fresco e informale, stimola i giovani, invita alla collaborazione e crea un piacevole spirito di squadra che si rivelerà vincente nel corso degli anni a seguire. Oggi, questo tipo di approccio di team è diventato una sorta di regola, ma all’epoca di via Panisperna, vedere lavorare il gruppo di Fermi era come entrare in un posto magico e inaspettato, come fare un salto nel tempo. La devozione e il rispetto per Fermi e lo spirito di squadra erano tali che, come dice Segrè nella sua autobiografia: “Con quella vita comune si svilupparono strane abitudini come quella di parlare con la cantilena o cadenza proprie di Fermi. Sembra che un viaggiatore in treno abbia riconosciuto dalla parlata un membro del gruppo Fermi che non aveva mai visto prima!”<sup>8</sup>

## **Il tempo libero**

Fermi e Rasetti continuano a camminare in salita fianco a fianco, conquistando vetta dopo vetta, come avevano fatto anni prima, tra le cime dell’Appennino. Adesso, però, non partono più con i capelli scompigliati dal vento, in sella alle loro biciclette. Le loro gite partono da Roma, a bordo

della Bebé Peugeot gialla di Fermi o della Fiat Balilla color nocciola di Rasetti.

Come negli anni di Pisa, Enrico e Franco parlano di fisica con l'entusiasmo di prima, ma ora le loro discussioni sono più ricche e più animate perché amplificate dai loro ruoli e dal gruppo che stanno conducendo per mano. Giorno dopo giorno, in quelle escursioni sugli Appennini, in quegli incontri nelle stanze di via Panisperna, con quel modo di stare insieme, intorno a Fermi e Rasetti stava nascendo un gruppo, di ricerca e di amici, che sarebbe entrato nella storia.

Lontani da via Panisperna, nel tempo libero, i giovani ricercatori erano soliti trovarsi a casa di Enrico Fermi o passeggiare per le vie di Roma. Spesso, i componenti della banda venivano accompagnati da altri amici e dalle varie fidanzate. Fermi era spesso accompagnato da Laura Capon (1907 - 1977) che era diventata sua moglie il 19 luglio 1928. Laura era una ragazza ebrea, figlia dell'ammiraglio Augusto Capon, aveva conosciuto Enrico Fermi nel 1924 mentre lei frequentava i primi anni di scienze naturali all'università di Roma e il suo futuro marito era già una promessa della fisica italiana. Dopo il matrimonio con Fermi, abbandonò gli studi per dedicarsi completamente alla famiglia. Tuttavia, aiutò il marito a scrivere un volume di fisica per le scuole superiori che Fermi pubblicò nel 1929, e che portò un sollievo finanziario per la giovane coppia. Nel 1931 nacque la loro prima figlia Nella e, quattro anni dopo, nel 1935, il secondogenito Giulio.

Il matrimonio con Laura, i figli e gli impegni scientifici sempre più incalzanti resero la vita di Fermi più ordinata e metodica, come racconta il suo allievo Bruno Pontecorvo: "Fermi conduceva una vita modesta e non cambiò quasi mai le proprie abitudini. Si dedicava allo studio della fisica teorica dalle cinque e mezzo fino alle sette e mezzo del mattino. Arrivava in Istituto, che si trovava in un luogo pittoresco e silenzioso, benché vicino al centro, entro le nove. Teneva i corsi universitari di mattina. Dalle tredici alle quindici pranzava e si riposava (tre volte la settimana giocava a tennis). La domenica mattina in Istituto dava un'occhiata alle riviste periodiche, chiacchierava con Corbino e con i suoi collaboratori, di solito su temi scientifici. La domenica pomeriggio, invece, era dedicata alle passeggiate con la moglie, i collaboratori e le rispettive consorti. Durante le vacanze di Natale andava a sciare. Trascorrevano l'estate sulle Alpi a riposare oppure all'estero."<sup>9</sup>

Quell'anno, il 1931, Fermi avrebbe passato l'estate in montagna, mentre Segrè e Amaldi stavano progettando, alla guida del solito spericolato Rasetti, un viaggio avventuroso con lo zaino in spalla. Volevano partire alla volta del nord Europa. Erano attratti dai paesaggi incantati dei fiordi norvegesi, dalle notti piene di luce, dalle montagne, dalla natura incontaminata. Pensavano di arrivare a Oslo e da lì raggiungere i ghiacciai e i fiordi norvegesi, nonostante le difficoltà dei mezzi e l'isolamento del tempo.<sup>10</sup>

Valeva la pena provarci, era lo spirito tipico del gruppo, così come valeva la pena iniziare a sperimentare nuovi settori della fisica che sia Corbino sia Fermi iniziavano a prendere di mira, ovvero la fisica nucleare.

La spettroscopia e lo studio degli elettroni negli orbitali, infatti, erano ormai discipline che avevano raggiunto il loro apice, il campo era saturo ed era sempre più difficile incontrare fatti nuovi per quei sentieri sempre più percorsi.

A cavallo tra gli anni Venti e gli anni Trenta, la maggior parte dei problemi aperti riguardava la meccanica quantistica e l'esplorazione del nucleo atomico.

Finalmente, Fermi aveva la libertà di gestire il proprio gruppo e poteva scegliere di camminare per terreni nuovi, impervi forse, ma affascinanti, per quei ragazzi che assaporavano per la prima volta l'ebbrezza della scoperta.

Era una delle ultime sere prima delle vacanze estive, i ragazzi lasciarono l'Istituto tardi, era buio e per strada non c'era già più nessuno. Fermi li salutò, abbracciandoli forte e augurando loro buon viaggio. Scherzò con Rasetti, poi chiuse la porta dell'Istituto e si avviò verso casa, a piedi perché aveva voglia di camminare e pensare.

---

1. "Atti della Società Italiana per il progresso delle scienze", Diciottesima Riunione, Firenze 18-2 Settembre 1929, VIII, Roma 1930.

2. Orso Mario Corbino, *Conferenze e discorsi di O.M. Corbino*, Edizioni Pinci, Roma 1937.

3. Edoardo Amaldi (a cura di G. Battimelli e M. De Maria), *Da via Panisperna all'America*, Editori Riuniti, Roma 1997.

4. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.

5. *Ivi*.

6. *Ivi*.

7. Emilio Segrè, *Enrico Fermi, fisico*, Zanichelli, Bologna 1971.

8. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.

9. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.



10. Valeria del Gamba, *Il ragazzo di via Panisperna. L'avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, Bollati Boringhieri, Torino 2007.

## Capitolo 6

# VERSO IL NUCLEO

*Che cretini! Hanno scoperto il protone neutro e non se ne sono accorti.*

Ettore Majorana

## La radioattività naturale

Per capire meglio come o cosa farà il gruppo di via Panisperna nel nuovo decennio, dobbiamo analizzare un campo di indagine scientifica parallelo a quelli che abbiamo trattato finora. Dall'inizio della nostra storia abbiamo visto che il gruppo di via Panisperna ha avuto a che fare con ambiti di ricerca come la spettroscopia, i raggi X e la meccanica quantistica, tutti temi che in quegli anni erano di grande attualità in molti centri di ricerca europei e americani. Tuttavia, dall'inizio del secolo vi era un altro importantissimo tema scientifico, quello della radioattività.

Come molte conquiste delle scienze sperimentali, anche la radioattività è stata scoperta quasi per caso, a Parigi, nel 1896. Allora si sapeva che un metallo, l'uranio, quando veniva esposto alla luce diretta del sole, diventava fluorescente, emettendo una luce di colore verdastro, capace di impressionare una lastra fotografica. Il fisico francese Henri Becquerel (1852 - 1908), spinto dall'amico, il grande matematico Henri Poincaré (1854 - 1912), iniziò a studiare questa fluorescenza, in realtà alla ricerca della relazione che aveva con i raggi X, anch'essi appena scoperti (1895). Con questo obiettivo Becquerel iniziò una serie di esperimenti per capire meglio il fenomeno. Nell'inverno del 1896 pensò di fare un esperimento sulla fluorescenza e preparò sul banco di laboratorio dei campioni di uranio

e delle lastre fotografiche. Alla prima giornata di bel tempo, l'uranio esposto al sole sarebbe diventato fluorescente e allora Becquerel avrebbe potuto iniziare il suo esperimento, scartando le lastre fotografiche dall'involucro che le proteggeva dalla luce e impressionandole con la fluorescenza dell'uranio.

Ma come spesso capita a Parigi nel periodo invernale, la giornata di sole tardava ad arrivare. Le nuvole coprirono il cielo parigino anche nei giorni successivi e i campioni restarono sul tavolo vicino alle lastre fotografiche pronte all'uso. Dopo aver aspettato alcuni giorni, Becquerel, stanco di perdere altro tempo, decise di fare un esperimento di prova e sviluppare le lastre fotografiche che fino ad allora erano rimaste sul tavolo vicino ai campioni di uranio. Si chiuse nel buio della camera oscura con gli acidi necessari allo sviluppo, e sotto la classica tenue luce rossa iniziò a veder comparire un'immagine che lo lasciò senza parole: le lastre fotografiche erano state impressionate da quei campioni di uranio, anche senza essere state scartate e quindi senza una esposizione diretta. Un fenomeno strano e inspiegabile: Becquerel andò avanti a indagare in quella direzione e con altri esperimenti dimostrò che, oltre ad annerire le lastre fotografiche, l'uranio e questa nuova e strana radiazione ionizzavano i gas, cioè li rendevano conduttori di elettricità, esattamente come facevano i raggi X.

Questa scoperta non solo era importante perché correlava questa radiazione ai raggi X, ma soprattutto perché dava agli scienziati un metodo diretto e quantitativo per misurare la radiazione proveniente dall'uranio. Per sapere quanta era la radiazione prodotta da un campione bastava svolgere una misura di ionizzazione su un gas posto vicino al campione stesso, cosa che era piuttosto comune nei laboratori dell'epoca.

Becquerel pubblicò i risultati dei suoi esperimenti in due uscite ravvicinate: il 24 febbraio e il 7 marzo del 1896. I suoi due articoli sbalordirono e attirarono l'attenzione di tutta la comunità scientifica e in particolare quella dei coniugi parigini Pierre Curie e Marie Sklodowska (nota a tutti come Marie Curie). I due scienziati ripresero e migliorarono le ricerche sulla radiazione dell'uranio iniziate dal collega francese, alla ricerca di proprietà simili in altri materiali. Durante le loro ricerche raccolsero e analizzarono una serie impressionante di rocce e, dopo settimane di esperimenti, trovarono che altre sostanze, in particolare il torio e il potassio, presentavano caratteristiche simili all'uranio. Continuarono le loro ricerche su altri elementi e su svariati minerali arrivando finalmente a

una grandissima scoperta che li avrebbe portati a vincere il premio Nobel per la chimica. Nell'aprile del 1898 comunicarono all'Accademia delle Scienze di Parigi la scoperta di un nuovo elemento naturale da aggiungere alla tavola di Mendeleev, il polonio, capace di emettere radiazioni migliaia di volte più intense dell'uranio. Qualche mese dopo, i coniugi Curie annunciarono la scoperta di un nuovo elemento, il radio, dal quale coniarono il nome per quel fenomeno noto oggi come radioattività.

Marie e Pierre Curie avevano affrontato un lavoro immane in quegli anni. Con mezzi poveri, praticamente da soli e in una stanza fredda e umida. Quelle che seguono sono le parole che madame Curie usa per descrivere quei giorni e quei luoghi: “Nonostante le difficoltà delle nostre condizioni di lavoro, ci sentivamo molto felici. Le nostre giornate trascorrevano nel laboratorio. Nella nostra rimessa così povera regnava una grande tranquillità; a volte, sorvegliando qualche operazione, camminavamo in su e in giù chiacchierando del lavoro presente e di quello futuro; quando avevamo freddo, una tazza di tè caldo presa presso la stufa ci confortava. Vivevamo con un'unica preoccupazione, come in un sogno. (...) Non vedevamo che poche persone nel laboratorio: qualche chimico, qualche fisico veniva di tanto in tanto a trovarci, sia per vedere le nostre esperienze, sia per chiedere qualche consiglio a Pierre Curie... Ed erano allora conversazioni dinanzi alla lavagna, di quelle che lasciano un eccellente ricordo perché agiscono come stimolante dell'interesse scientifico e dell'ardor di lavoro, senza interrompere il corso delle riflessioni e senza turbare quell'atmosfera di pace e di raccoglimento che è la vera atmosfera di un laboratorio.”<sup>1</sup>

## **Studiare l'atomo**

Mentre Marie Curie studia la radioattività, dall'altra parte del mondo, in un campo di pionieri della Nuova Zelanda, un giovane ragazzo sta cavando patate nel campo dei suoi genitori insieme ai suoi sei fratelli e cinque sorelle. Quel ragazzo si chiama Ernest Rutheford; è un ragazzo brillante, ha una mentalità elastica, poche ma forti certezze e non si scoraggia davanti alle difficoltà. Nel carattere del pioniere ci sono insomma le qualità che servono per diventare un bravo scienziato. “Questa è l'ultima patata che caverò nella mia vita”<sup>2</sup> esclama di fronte alla notizia della borsa per

continuare gli studi a Cambridge. Dopo poche settimane parte per l'Inghilterra dove si sarebbe dedicato, come Becquerel e Marie Curie, allo studio dei fenomeni radioattivi che avevano ancora origine ignota.

Rutherford e altri scienziati capirono che i processi radioattivi erano sempre accompagnati dalla produzione di tre diverse radiazioni: la prima, alfa, costituita da particelle pesanti e cariche positivamente (nuclei di elio detti anche particelle alfa, appunto); la seconda, beta, costituita da particelle più leggere e cariche negativamente (come gli elettroni); e la terza, gamma, costituita da radiazione elettromagnetica (fotoni).

Lo studio di tali radiazioni e le loro applicazioni ebbero un impatto fondamentale nella conoscenza dell'atomo.

Nel 1897, lo scienziato britannico Joseph John Thomson (1856 - 1940) aveva scoperto l'elettrone, particella di massa molto piccola e di carica negativa. Lo stesso Thomson, nel 1904, aveva proposto un modello di atomo a "panettone", in cui gli elettroni erano immersi e distribuiti uniformemente all'interno di una nuvola di carica positiva, come l'uvetta in un panettone. A partire dal 1907, Ernest Rutherford aveva cominciato una serie di esperimenti per provare la validità del modello di Thomson. Nei suoi esperimenti usava come proiettili le particelle alfa. In questo modo, studiando la traiettoria delle particelle alfa dopo l'impatto con l'atomo bersaglio, poteva farsi un'idea di come era costituito il suo interno: in funzione dell'angolo con cui la traiettoria del proiettile veniva modificata si potevano ottenere informazioni sulla distribuzione di carica elettrica.

In laboratorio, Rutherford produceva le particelle alfa dal decadimento del radio e poi le convogliava verso una sottile lamina d'oro (atomo in esame), osservando infine le tracce delle particelle su uno schermo posto dietro al bersaglio. Insieme a lui, in laboratorio, ad assisterlo durante l'esperimento c'erano due giovani studenti Johannes Wilhelm Geiger (1882 - 1945) ed Ernest Marsden (1889 - 1970) addetti al conteggio delle scintille che le particelle alfa accendevano nel loro impatto contro lo schermo posto dietro al bersaglio d'oro. I due giovani studenti osservavano che una particella ogni 8.000 tornava completamente indietro, in modo del tutto inaspettato. Anche se Rutherford all'inizio pensava a un errore sperimentale, in realtà altri esperimenti dimostrarono che i risultati erano corretti, e che riportavano sempre gli stessi valori. Se la carica positiva fosse stata uniformemente distribuita come sosteneva Thomson, un evento del genere non sarebbe stato possibile: "Fu l'evento più incredibile mai

successomi in vita. Era quasi incredibile quanto lo sarebbe stato sparare un proiettile da 15 pollici a un foglio di carta velina e vederlo tornare indietro e colpirti. Pensandoci, ho capito che questa diffusione all'indietro doveva essere il risultato di una sola collisione, e quando feci il calcolo vidi che era impossibile ottenere qualcosa di quell'ordine di grandezza, a meno di considerare un sistema nel quale la maggior parte della massa dell'atomo fosse concentrata in un nucleo molto piccolo. Fu allora che ebbi l'idea di un atomo con un piccolissimo centro massiccio e carico.”<sup>3</sup>

Per spiegare i risultati di quell'esperimento, dunque, Rutherford propose un nuovo modello di atomo, diverso da quello di Thomson, ovvero un nucleo di dimensioni ridotte dove sono concentrate delle particelle di carica positiva, i protoni, attorno al quale orbitano gli elettroni. Secondo il modello di Rutherford, la maggior parte del volume atomico è costituito da spazio vuoto. Per capire le proporzioni: se il nucleo fosse grande quanto un pallone da calcio, posto nel disco di centro campo, gli elettroni sarebbero come granelli di sale, liberi di muoversi in una sfera grande quanto l'intero campo da calcio.

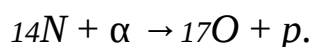
Queste erano le conoscenze sull'atomo e sul nucleo che nei primi decenni del Novecento erano a disposizione di tutta la comunità scientifica.



**Figura 6.1** – Dal 1930, Fermi viene invitato al più importante congresso di fisica, il congresso Solvay, dove si riunivano i più importanti fisici dell'epoca. In piedi da sinistra: E. Herzen, É. Henriot, J. Verschaffelt, C. Manneback, A. Cotton, J. Errera, O. Stern, A. Piccard, W. Gerlach, C. Darwin, P.A.M. Dirac, E. Bauer, P. Kapitsa, L. Brillouin, H. A. Kramers, P. Debye, W. Pauli, J. Dorfman, J. H. Van Vleck, E. Fermi, W. Heisenberg. Seduti da sinistra: Th. De Donder, P. Zeeman, P. Weiss, A. Sommerfeld, M. Curie, P. Langevin, A. Einstein, O. Richardson, B. Cabrera, N. Bohr, W. J. De Haas (fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solvay\\_conference\\_1930.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solvay_conference_1930.jpg)).

## Apprendisti stregoni

Ancora a cavallo tra gli anni Venti e Trenta, molti scienziati utilizzavano la particella alfa per i loro esperimenti, che era precedentemente stata protagonista di una serie di esperimenti cruciali. Come abbiamo visto, tra il 1907 e il 1909 Ernest Rutherford l'aveva utilizzata come proiettile per spararla contro una sottile lastra d'oro, ridisegnando la forma dell'atomo. Dieci anni dopo, nel 1919, sempre Rutherford, con le particelle alfa aveva utilizzato come bersaglio gli atomi di azoto (N), ottenendo come risultato la trasformazione di questo elemento in ossigeno (O) e l'emissione di un protone, secondo la reazione:



Rutherford, quasi come un alchimista medioevale, aveva realizzato la prima trasmutazione di un elemento chimico in un altro. Dall'esperimento di Rutherford, in molti laboratori si continuarono le ricerche sulla trasmutazione degli elementi. In particolare, gli scienziati tedeschi Walther Bothe ed Herbert Becker utilizzarono le particelle alfa (prodotte dal polonio per radioattività naturale) sparandole contro nuclei di atomi leggeri, come il berillio, il boro o il litio, nella speranza di ottenere nuovi elementi. Nei loro esperimenti, però, i due scienziati tedeschi osservarono, per primi, una cosa interessante: la produzione di una misteriosa radiazione che riusciva a penetrare la materia molto più di quanto facessero quelle conosciute fino ad allora: attraversava addirittura una lastra di piombo di una decina di centimetri. Una misteriosa radiazione che non si sapeva bene cosa fosse e, proprio per questo, Irène Curie (1897 - 1956), figlia dei coniugi Curie, e suo marito, Frédéric Joliot (1900 - 1958), cominciarono a studiarla.

## In via Panisperna si volta pagina

Intanto, anche a via Panisperna cresce l'interesse per le ricerche sul nucleo atomico e la sua struttura.

Da quando si è formato, nel 1927, fino ai primi mesi del nuovo decennio, il gruppo di via Panisperna si è concentrato soprattutto sulla spettroscopia e sullo studio del comportamento degli elettroni nell'atomo. Questi studi furono svolti sia dal punto di vista teorico, soprattutto da Fermi

e Majorana, sia dal punto di vista sperimentale da Rasetti, Amaldi e Segrè. Le cose però stanno cambiando, Fermi vuole dare una svolta alla sua ricerca per passare a indagare la parte più intima dell'atomo, il nucleo. All'inizio degli anni Trenta, Fermi è sempre più interessato a questi argomenti e con grande pragmatismo, al fine di comprendere meglio le questioni nucleari che in quegli anni iniziavano a diventare fondamentali per molti centri di ricerca in Europa, organizza tra l'11 e il 17 ottobre 1931 un congresso internazionale di fisica nucleare, il Congresso Volta, insieme all'Accademia d'Italia e al CNR. Il congresso di Roma, a cui parteciparono i migliori fisici dell'epoca, da Pauli alla Curie, risulterà fondamentale per promuovere una campagna di ricerca compatta e internazionale sulla fisica nucleare. Questo importante appuntamento si conclude con le seguenti parole di Orso Mario Corbino: "Io penso perciò che l'andamento futuro della fisica del nucleo sarà grandemente influenzato da questa settimana di vita comune, di cui i risultati profondi si vedranno forse in tutti i lavori che matureranno in questo campo per parecchi anni. E questo era lo scopo principale che i promotori del convegno, me per primo, avevano di mira."<sup>4</sup>

Corbino aveva ragione: il 1932 è un anno cruciale, non solo per via Panisperna, ma per tutta la comunità scientifica, i cui risultati non tardano ad arrivare.

## **Il neutrone e l'intuizione di Majorana**

Già all'inizio dell'anno, in una fredda mattina di gennaio, il gruppo di giovani fisici sta svolgendo uno dei periodici seminari di aggiornamento sulle novità della fisica in Europa.

Nell'Istituto fa freddo e la banda si scalda attorno a una piccola stufa nell'ufficio di Fermi. I ragazzi leggono una recente pubblicazione scientifica della scienziata francese Irène Curie e del marito Frédéric Joliot sulla misteriosa radiazione penetrante ottenuta dal bombardamento di atomi leggeri con particelle alfa. L'attenzione di tutto il gruppo si sofferma su alcune righe che provocano in tutti incredulità, la stessa che sta attraversando tutta l'Europa scientifica. Moglie e marito, durante i loro esperimenti, si erano accorti che, se la radiazione veniva fatta incidere sulla paraffina o altri composti contenenti idrogeno, era in grado di espellere un protone.<sup>5</sup>



Nell'articolo del 1932, che i ragazzi di via Panisperna stanno leggendo nell'ufficio di Fermi in quella fredda mattina, Juliot e Curie ipotizzano che quella radiazione possa essere di natura elettromagnetica (non particellare). Questa ipotesi suona piuttosto inverosimile e bizzarra, perché il protone è una particella “pesante” e una radiazione elettromagnetica non avrebbe dovuto possedere l'energia per espellerlo. Insomma, è come se, calciando un pallone da calcio, provassimo a spostare un camion parcheggiato.

“Non ci credo!” Esclama a Cambridge Rutherford, dopo aver letto la notizia.<sup>6</sup> Anche in via Panisperna la reazione è dello stesso segno, anzi, anche più diretta: “Che cretini! – Conclude Majorana, rompendo il silenzio del gruppo che ancora non capisce. – Hanno scoperto il protone neutro e non se ne accorti.”<sup>7</sup>

Come al solito, Majorana ha ragione ipotizzando che la radiazione scoperta da Bothe e Becker e studiata dai Curie, in realtà, non sia altro che una particella neutra. “È ovvio. Non hanno senso questi raggi gamma nel nucleo. Devono essere particelle neutre. Non c'è alcun senso nel pensare a raggi gamma di 50 MeV.”<sup>8</sup>

Tuttavia, la sua ipotesi è talmente ardita che nessuno nel gruppo, in quelle ore concitate, capisce a fondo la portata di quell'affermazione. Nel nucleo atomico, dunque, secondo questa ipotesi, oltre al protone ci sarebbe un'altra particella, neutra, che nei bombardamenti con particelle alfa viene espulsa.

L'ipotesi di Majorana ha una portata molto ampia: oltre a dare una plausibile spiegazione dell'esperimento pubblicato dai Curie, l'esistenza di un'altra particella nel nucleo atomico apre nuovi scenari anche in altri campi teorici. In quegli anni, infatti, si osservava che atomi che differivano tra di loro per un elettrone, avevano una differenza di massa non di un protone, bensì di due: il carbonio, per esempio, aveva 6 elettroni e massa 12; l'azoto 7 elettroni e massa 14; l'ossigeno 8 elettroni e massa 16. Siccome la massa dell'elettrone è molto piccola, il contributo maggiore doveva derivare dal protone. Per esempio, se il nucleo degli atomi fosse costituito solo da protoni, questi non potrebbero avere la carica opposta degli elettroni, servirebbero invece due protoni per bilanciare la carica di ogni elettrone. Il nucleo di elio, di massa 4, sarebbe stato composto così da due elettroni e quattro protoni. Dal punto di vista teorico, ciò portava a una serie di paradossi, come era stato messo in luce anche da alcuni lavori di spettroscopia di Rasetti nel 1929.<sup>9</sup>

Ipotizzare l'esistenza di una particella neutra sistemava anche questi paradossi. Alcuni scienziati più visionari avevano avuto più o meno contemporaneamente quest'idea: Heisenberg in Germania, Ivanenko in Russia e, appunto, Majorana in Italia. Emilio Segrè racconta che "Fermi, che ne aveva subito riconosciuto l'interesse, gli aveva consigliato di pubblicare al più presto i suoi risultati, anche se parziali. Ma Ettore non ne volle sapere, perché giudicava il suo lavoro incompleto",<sup>10</sup> così la sua intuizione rimase sconosciuta fuori da Roma e da via Panisperna, ma oggi è comunque testimoniata nei suoi appunti personali.<sup>11</sup>

Come ormai è noto, per la storia fu invece un fisico sperimentale – e non i grandi fisici teorici appena nominati – a dimostrare e comunicare, qualche mese dopo, l'esistenza di questa particella: James Chadwick (1891 - 1947) a Cambridge. Con la pubblicazione del 27 febbraio 1932<sup>12</sup> rese noti i risultati di una serie di esperimenti che dimostravano l'esistenza di una particella neutra nel nucleo che venne chiamata neutrone: le sue ricerche gli valsero il premio Nobel per la fisica nel 1935.

Dopo queste scoperte, la voglia di passare velocemente e sistematicamente allo studio del nucleo si fa sempre più forte, tanto che Fermi scrive a Segrè nell'estate del 1932: "Certo, il problema di attrezzare l'Istituto a lavorare sui nuclei si fa sempre più urgente, se non vogliamo ridurci troppo in uno stato di dormiveglia intellettuale."<sup>13</sup>

## Seconda occasione per Majorana

Nel frattempo, Majorana continua a lavorare in solitudine alla teoria della struttura dei nuclei, focalizzandosi in particolare sulle forze capaci di tenere uniti neutroni e protoni nel nucleo. La presenza del neutrone nel nucleo, infatti, se da un lato chiariva alcuni aspetti della costituzione dell'atomo, dall'altro apriva nuove domande: quali forze tengono insieme il nucleo, visto che il neutrone non ha carica elettrica e quindi non può legarsi al protone per forza elettrica?

In quei mesi Majorana intuisce l'esistenza di un nuovo tipo di forze, le forze di scambio, poi diventate note come *forze di Majorana*, di natura puramente quantistica, che potrebbero essere responsabili della stabilità dei nuclei atomici. Nonostante, come al solito, ripetesse che fossero incompleti, i risultati teorici ottenuti dallo scienziato siciliano sono così significativi che

Fermi pensa di presentarli ufficialmente durante un'importante conferenza a Parigi, dove sarebbero stati presenti tutti i fisici più autorevoli del momento.

Fermi propone la questione a Majorana, che risponde così: “Ti proibisco di parlarne, ma se proprio vuoi, puoi dire che sono i risultati del professor Giorgi.”<sup>14</sup> Così, nemmeno in quella occasione Fermi riesce a rendere pubblici i risultati originalissimi di Majorana.

Oggi sappiamo che, dopo qualche settimana dalla conferenza parigina e il rifiuto del giovanissimo Majorana, Werner Heisenberg pubblicò un lavoro in cui proponeva una spiegazione alla struttura del nucleo, utilizzando le forze di scambio, come intuito da Majorana qualche mese prima. Nonostante le incompletezze del suo modello, Heisenberg faceva imboccare alla comunità scientifica la strada giusta per la spiegazione dei fenomeni nucleari.

A Roma, in via Panisperna, nel leggere i risultati pubblicati da Heisenberg gli stati d'animo sono contrastanti. Così scrive Amaldi: “Tutti erano oltremodo interessati e pieni di ammirazione per il risultati di Heisenberg, ma al tempo stesso dispiaciuti che [Majorana] non avesse non dico pubblicato, ma neanche voluto che Fermi parlasse delle sue idee in un congresso internazionale. Fermi si adoperò nuovamente perché Majorana pubblicasse qualche cosa, ma ogni suo sforzo, di noi, suoi amici e colleghi, fu vano. Ettore rispondeva che Heisenberg aveva ormai detto tutto quello che si poteva dire e che, anzi, aveva detto probabilmente anche troppo.”<sup>15</sup>

## **Il grande contributo di Fermi: il decadimento beta**

Nel 1932, insomma, si conoscono ormai tutte le particelle che costituiscono il nucleo atomico. Purtroppo Majorana, e quindi tutto il gruppo di via Panisperna, si era fatto sfuggire la paternità di due importanti scoperte riguardanti il neutrone e le interazioni nel nucleo atomico. La delusione per questo mancato riconoscimento, però, non impedisce ai giovani ricercatori di continuare a studiare altri problemi che riguardano il neutrone e il nucleo.

Uno dei tanti problemi aperti, ora che il neutrone è stato scoperto, è quello di capire come mai in alcuni processi radioattivi un nucleo decade spontaneamente emettendo un elettrone. Questo fenomeno era già stato notato da Rutherford, quando aveva trasmutato l'azoto in ossigeno nel

1919: la produzione del nuovo elemento atomico era accompagnata da protoni e anche da elettroni molto energetici (radiazione beta). La teoria che era stata avanzata per spiegare questo fenomeno, ancora nel 1932, non riusciva a rendere conto in maniera soddisfacente dei risultati sperimentali: gli elettroni emessi avevano tante energie diverse e non tutti la stessa, come previsto dalla teoria. Inoltre, come era possibile che i nuclei emettessero elettroni, se questi sono formati da protoni e neutroni?

Per spiegare questi fatti Fermi utilizza l'ipotesi di Pauli che prevedeva l'esistenza di una nuova particella elementare (il neutrino), e ipotizza l'azione di una forza di natura nuova, in grado di trasformare neutrone in protone e viceversa. Nonostante la sua portata innovativa e rivoluzionaria, il lavoro di Fermi viene rifiutato dalla prestigiosa rivista *Nature* e dunque pubblicato in italiano su *La ricerca scientifica* con il titolo "Tentativo di una teoria dei raggi beta". Sia il titolo sia le parole di apertura dell'articolo di Fermi mostrano la grande chiarezza e la profonda umiltà dello scienziato italiano: "Mi propongo di esporre qui i fondamenti di una teoria dell'emissione dei raggi beta che, benché basata sopra ipotesi delle quali manca al momento presente qualsiasi conferma sperimentale, sembra tuttavia capace di dare una rappresentazione abbastanza accurata dei fatti e permette una trattazione quantitativa del comportamento degli elettroni nucleari che, se pure le ipotesi fondamentali della teoria dovessero risultare false, potrà in ogni caso servire di utile guida per indirizzare le ricerche sperimentali."<sup>16</sup>

Oggi sappiamo che quell'articolo di Fermi rappresentava ben più di una "guida per indirizzare le ricerche", ma conteneva due concetti rivoluzionari, che segneranno ufficialmente la nascita della fisica teorica delle particelle elementari. Come prima cosa, Fermi ipotizza la presenza di una particella, il neutrino, neutra e talmente piccola che è impossibile da rivelare, ma che consente di risolvere il problema delle diverse energie con cui vengono espulsi gli elettroni nel decadimento beta. In realtà, l'esistenza del neutrino era stata inizialmente avanzata da Wolfgang Ernst Pauli (1900 - 1958), ma solo con la teoria di Fermi questa ipotesi diventa utile e integrata. Fermi, nel suo articolo, scrive: "In ogni disintegrazione beta si avrebbe emissione simultanea di un elettrone e di un neutrino; e l'energia liberata nel processo si ripartirebbe comunque tra i due corpuscoli in modo appunto che l'energia dell'elettrone possa prendere tutti i valori da zero fino a un certo massimo. Il neutrino, d'altra parte, a causa della sua neutralità elettrica e della

piccolissima massa, avrebbe un potere penetrante così elevato da sfuggire praticamente a ogni attuale metodo di osservazione.”<sup>17</sup>

Fermi ha ragione, la tecnologia all’epoca non era abbastanza sofisticata da poter rivelare particelle così piccole: solo 22 anni dopo, nel 1956, i neutrini saranno finalmente osservati sperimentalmente dai fisici Clyde Cowan e Fred Reines.

Il neutrino non bastava a spiegare le evidenze sperimentali del decadimento beta, dunque Fermi aggiunge un altro concetto rivoluzionario, ipotizzando che la forza responsabile del decadimento non avesse la classica natura elettromagnetica, ma fosse totalmente diversa. E così introduce un nuovo meccanismo di interazione tra le particelle all’interno del nucleo: l’interazione debole o interazione beta.

Oggi, questo tipo di interazione è chiamato “forza debole” ed è una delle quattro forze fondamentali in natura, a cui ogni altra forza è riconducibile. Due di queste forze, la forza gravitazionale e quella elettromagnetica, sono sotto gli occhi di tutti e governano il nostro mondo macroscopico, le altre due, invece, fondamentali a scala nucleare, sono la forza nucleare forte e, appunto, la forza nucleare debole, scoperta e prevista da Enrico Fermi.

A proposito di queste due intuizioni, Emilio Segrè ricorda: “Fermi espose la sua teoria ad alcuni di noi durante una vacanza nell’inverno del 1933, in Val Gardena, dopo una giornata di sci (...). Era pienamente consapevole dell’importanza del suo lavoro e disse che pensava che quello sarebbe stato il suo capolavoro, ricordato dalla posterità, certo il meglio di quanto aveva fatto fino ad allora.”<sup>18</sup>

## **La radioattività artificiale**

Siamo nel 1934 e sono passati due anni da quando Fermi e i suoi ragazzi avevano letto l’articolo di Irène Curie e Frédéric Joliot che successivamente portò alla scoperta del neutrone. È ancora un giorno freddo e, in via Panisperna, i ragazzi si scaldano sempre attorno alla solita stufa nell’ufficio di Fermi. Le librerie che qualche anno prima erano spoglie, ora sono pieni di libri, faldoni e appunti; nei laboratori dell’Istituto ci sono sempre più strumenti, grandi e piccoli, campioni e provette, mezzi di fortuna.

Per alcuni di quei ragazzi gli anni tra il 1932 e il 1934 sono trascorsi viaggiando tra i più importanti laboratori del mondo: Majorana e Amaldi hanno visitato Heisenberg a Leida, Segrè ha lavorato presso il laboratorio di Zeeman ad Amsterdam, Rasetti è stato in California, dove tra San Francisco e Santa Barbara ha studiato i segreti più profondi della spettroscopia, grazie ai laboratori equipaggiati di Millikan del Caltech. In pochi anni, insomma, il gruppo ha maturato conoscenze e competenze nello studio del nucleo atomico, settore che in quegli anni stava diventando uno dei più importanti, se non il più importante della fisica moderna, anche per la grande quantità di scoperte ed esperimenti che con frequenza venivano pubblicati sulle riviste scientifiche di tutto il mondo.

I due scienziati francesi, Irène Curie e Frédéric Joliot, avevano mal interpretato l'osservazione del neutrone, errore che rifecero anche con il positrone, una particella identica all'elettrone ma di carica opposta, che scambiarono per un elettrone.

Come spesso accade nella scienza e come confermano le parole del chimico Louis Pasteur – “la fortuna favorisce le menti preparate” – quando non si è mentalmente predisposti all'esistenza di qualcosa è difficile notarla, anche se la si ha davanti agli occhi. I due scienziati francesi erano arrivati così vicini a due scoperte importantissime, senza però ricavarne nulla, anzi vedendo altri vincere i premi Nobel al posto loro. Nonostante ciò, non si diedero per vinti e continuarono a studiare l'effetto del bombardamento di particelle alfa su svariati nuclei atomici e, finalmente, nel 1934 arrivarono prima degli altri a comunicare al mondo un fatto davvero straordinario: “I nostri esperimenti più recenti mostrano un fatto singolare, quando un foglio di alluminio è irradiato con particelle alfa di un preparato di polonio, l'emissione di positroni non cessa immediatamente quando si rimuove la sorgente. Il foglio rimane radioattivo e la radiazione decade esponenzialmente come per una ordinaria sostanza radioattiva.”<sup>19</sup>

Con quelle poche righe i due scienziati francesi stanno comunicando all'intera comunità scientifica la scoperta della radioattività artificiale. In pratica, quel che hanno notato è che in seguito al bombardamento con le particelle alfa, l'alluminio trasmuta in un altro elemento, più pesante, il fosforo (o radiofosforo), che subito dopo decade emettendo delle radiazioni.

Anche se già vecchia e ormai malata, la mamma di Irène, la più famosa Marie Curie, pioniera degli studi sulla radioattività naturale, capisce subito le immense conseguenze che avrebbe portato questa scoperta e scrive alla

figlia: “Nous voici revenus aux beaux temps de vieux laboratoire.”<sup>20</sup> Qualche mese dopo, nel 1935, per questa scoperta Irène Curie e Frédéric Joliot saranno premiati con il Nobel per la chimica, trovando finalmente la rivincita per le precedenti mancate occasioni.

L’impatto di questa scoperta fu enorme: dal punto di vista teorico ogni elemento chimico della tavola periodica, in seguito al bombardamento con particelle alfa, avrebbe potuto mostrare proprietà radioattive. La radioattività, dunque, non era più una caratteristica di alcune sostanze, come l’uranio, ma poteva essere indotta su qualsiasi elemento chimico.

In via Panisperna 89/A, dopo aver letto le notizie provenienti dalla Francia, lo stato d’animo di tutti i ricercatori si riempie di euforia ed eccitazione. Non solo la loro esperienza è matura, ma anche il laboratorio che hanno allestito in quegli anni sembra fatto apposta per provare a ripetere e sviluppare ulteriormente quel tipo di esperimenti sulla radioattività artificiale. Nell’eccitazione di quella giornata i ragazzi iniziano a pianificare i loro esperimenti: “Anche noi potremmo bombardare degli atomi. Provare a romperne il nucleo e ottenere nuovi elementi chimici”, propone entusiasta Rasetti seduto su un banco.

“Ma dobbiamo cambiare proiettile, perché quello dei Curie non è un metodo efficiente – risponde Fermi che passeggia per la stanza. – I proiettili che hanno utilizzato loro sono particelle alfa, che contengono protoni. E i protoni vengono respinti da quelli che sono nel nucleo che vogliamo bombardare, così che risulta molto più difficile colpirlo davvero. Invece che particelle alfa, cioè neutroni e protoni, dovremmo utilizzare solo neutroni!”

“Cambiamo il proiettile allora!” Conclude sorridendo Amaldi vicino alla finestra.

“I neutroni non sono disponibili in natura” risponde Segrè.

A Fermi, però, già brillano gli occhi: “È vero. Ma possiamo produrli noi: bombardiamo il berillio con le particelle alfa e otteniamo una pistola di neutroni con cui possiamo sparare su ogni atomo. Bang! Bang! Non hanno forse fatto così i Joliot prima di scoprirlo?”<sup>21</sup>

Insomma, il programma di lavoro era praticamente già fatto, i laboratori pronti a essere allestiti, e l’idea di usare i neutroni invece delle particelle alfa rappresentava un vantaggio sperimentale davvero geniale, come conferma Segrè: “Fermi pensò subito di usare i neutroni come proiettili. Avevamo tutto l’armamentario pronto grazie ai lavori preparatorii degli anni precedenti. (...) Si presentava quindi il compito, manifesto e formidabile, di

attivare o cercare di attivare tutti gli elementi e studiare tutte le nuove sostanze formate.”<sup>22</sup>

Quelli che seguiranno saranno i mesi più caldi per la storia del gruppo di via Panisperna, ma anche per la storia della moderna fisica italiana.

- 
1. Eva Curie, *Vita della signora Curie*, Mondadori, Milano 1948.
  2. Emilio Segrè, *Personaggi e scoperte della fisica* (vol. II), Mondadori, Milano 1996.
  3. David C. Cassidy, Gerald James Holton, Gerald Holton, Floyd James Rutherford, *Understanding Physics Harvard Project Physics*, Birkhäuser, 2002.
  4. O. M. Corbino, *Conferenze e discorsi di O.M. Corbino*, Edizioni Pinci, Roma 1937.
  5. Irène Curie, Frédéric Joliot “Émission de protons de grande vitesse par les substances hydrogénées sous l’influence des rayons  $\gamma$  très pénétrants”, *Comptes Rendus*, 194 (273), 1932.
  6. William H. Cropper, *Great Physicists: The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking*, Oxford University Press, 2004.
  7. Intervista al dottor Emilio Segrè di Thomas S. Kuhn a Berkeley, 18 maggio 1964, proprietà dell’American Institute of Physics.
  8. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.
  9. Franco Rasetti, “On the atomic effect in diatomic Gases”, *PNAS* 15, 1929 e “Alternating intensities in the Spectrum of nitrogen”, *Nature*, 124, 1929.
  10. Salvatore Esposito, *La cattedra vacante. Ettore Majorana: ingegno e misteri*, Liguori, 2009.
  11. Salvatore Esposito, Erasmo Recami, “The Volumetti by Ettore Majorana”, *History of Physics and Astronomy in Italy in the 19th and 20th centuries: sources, themes and international context*, L. Gariboldi & P. Tucci, Milano 2003.
  12. James Chadwick, “Possible Existence of a Neutron”, *Nature*, 129 (3252), 1932.
  13. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.
  14. Salvatore Esposito, *La cattedra vacante. Ettore Majorana: ingegno e misteri*, Liguori, 2009.
  15. Edoardo Amaldi, “Ricordo di Ettore Majorana”, *Giornale di fisica*, vol. 9, 1968, p. 300.
  16. Enrico Fermi, “Tentativo di una teoria dell’emissione dei raggi ‘beta’”, *La Ricerca Scientifica*, anno IV, vol. II, n° 12, 31 dicembre 1933.
  17. *Ivi*.
  18. Emilio Segrè, *Enrico Fermi, fisico*, Zanichelli, Bologna 1971.
  19. Emilio Segrè, *Personaggi e scoperte della fisica* (vol. II), Mondadori, Milano 1996.
  20. Siamo tornati ai tempi d’oro del vecchio laboratorio.
  21. Dialogo ispirato dalle dichiarazioni in Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.
  22. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.



## Capitolo 7

# LA GRANDE SCOPERTA

*Andiamo a pranzo!*

Enrico Fermi, dopo aver scoperto i neutroni lenti

## La banda e la pistola

Passami la “pistola”. Dopo aver proferito questa frase, Fermi guarda Amaldi che gli sta porgendo uno strano strumento. Nel laboratorio c’è un silenzio religioso e una luce debole illumina i volti concentrati dei giovani scienziati.

Mentre il gruppo lo osserva con attenzione, Fermi prende la pistola, la chiude all’interno di un contenitore in piombo e attende qualche secondo. Anche se non si sentono spari, Fermi sa di aver “fatto fuoco”. Con sicurezza, fa un cenno a Segrè che con freddezza estrae la provetta di fluoro verso cui la pistola era puntata, dopo di che esce di corsa dal laboratorio, dirigendosi al piano superiore, per inserirla nel contatore Geiger. Poi, velocemente, mentre anche gli altri scienziati lo raggiungono, aziona il pulsante del contatore e con trepidazione ne osserva scattare le cifre, l’una dopo l’altra. Ora il suo cronometro e il suono secco e ritmato del contatore si intervallano a quelli del suo fiatone. I ragazzi di via Panisperna guardano il cronometro e poi il contatore, uno di loro scrive i conteggi registrati e poi torna a osservare le cifre che a un certo punto, però, scattano con meno frequenza fino a fermarsi del tutto.

È il tardo pomeriggio di un giorno come tanti all’Istituto di Fisica romano. L’anno però no, non è come gli altri: è il 1934, che verrà ricordato

nella storia come quello in cui avvenne la prima fissione nucleare, scoperta che parte proprio dagli esperimenti, con “pistole” e provette, che i ragazzi capitanati da Enrico Fermi stanno facendo nei laboratori di via Panisperna.

Nella sua routine romana, Fermi aveva l’abitudine di andare a casa per pranzo, incapace di rinunciare alla pennichella pomeridiana e a un buon pasto con la moglie e i figli. Tornava all’Istituto di Fisica solo verso le tre del pomeriggio, fischiettando qualche canzone lungo le vie della sua città o pensando a come proseguire i suoi esperimenti.

Subito dopo la lettura dell’articolo dell’esperimento di Irène Curie e Frédéric Joliot datato gennaio 1934, in cui fu dimostrata la radioattività artificiale (o indotta), Fermi si era buttato a capofitto con il suo gruppo per progettare un esperimento simile, proponendo però di utilizzare i neutroni per bombardare i campioni. A differenza delle particelle alfa usate dagli scienziati francesi, cariche positivamente, i neutroni sono particelle neutre e, secondo le ipotesi di Fermi, sarebbero potute penetrare più facilmente nel nucleo, non risentendo della repulsione elettrica dei protoni.

In quei pomeriggi del 1934, tornando all’Istituto dopo essersi ristorato a casa, Fermi pensava proprio all’effetto che avrebbe potuto avere l’impiego dei neutroni nel bombardamento dei nuclei atomici, ovvero se questo poteva essere un metodo per produrre nuove specie atomiche o magari un modo per estrarre un’incredibile quantità di energia da ogni singolo atomo, trasformando la massa in energia, come aveva scritto Einstein vent’anni prima.

Come per molte buone idee, il percorso dall’ipotesi alla realizzazione dell’esperimento nascondeva molti ostacoli e alcune difficoltà, questo Fermi lo sapeva bene, anche mentre percorreva via Panisperna, diretto verso l’Istituto di Fisica.

Il principale problema era che in natura non sono disponibili elementi che liberano neutroni in maniera diretta. Per superare questo limite, Fermi aveva brillantemente escogitato un modo per costruire quella che il gruppo chiamava “pistola a neutroni”, cioè uno strumento capace di emettere neutroni, perfetto per i suoi esperimenti. Nel suo schema sperimentale era fondamentale un metallo, grigiastro e leggero, il berillio, che se colpito dalle particella alfa, era in grado di emettere neutroni. La pistola, dunque, avrebbe avuto due stadi: per cominciare avrebbe utilizzato un materiale radioattivo (il radon), che produceva in modo naturale particelle alfa, le quali poi potevano colpire il berillio che a sua volta liberava i neutroni

necessari all'esperimento. Una sorta di carambola di urti, tra particelle, nuclei e atomi, che alla fine avrebbe prodotto neutroni.

Restava un grosso problema, che poi era la ragione per cui fino ad allora nessuno aveva davvero pensato di utilizzare questo metodo. Con questo processo si ottenevano davvero pochi neutroni: in media uno ogni centomila particelle alfa emesse dal materiale radioattivo. Questo dato aveva fatto ipotizzare a molti scienziati teorici che nella pratica il metodo della "pistola a neutroni" sarebbe stato poco efficace. Tuttavia, Fermi aveva deciso di provare, andando oltre le previsioni.

Oltre ai problemi teorici, c'erano anche problemi pratici e altre difficoltà da tenere in considerazione, per esempio il reperimento di materiale radioattivo non era affatto semplice. I materiali radioattivi erano difficili da trovare innanzitutto perché molto costosi, e poi perché dovevano essere importati dall'estero, caratteristica che rappresentava un serio problema per la politica protezionista di molti Paesi europei.



**Figura 7.1** – La fisica francese Irène Joliot-Curie (1897-1956) il giorno della sua laurea nel 1921 (fonte: [http://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Ir%C3%A8ne\\_Joliot-Curie\\_\(1897-1956\),\\_1921.jpg](http://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Ir%C3%A8ne_Joliot-Curie_(1897-1956),_1921.jpg)).

## Giulio Cesare e il materiale radioattivo

Roma è piena di statue di Giulio Cesare. Una di queste è ben visibile in via Fori Imperiali. Un pomeriggio, nella primavera del 1934, Enrico Fermi ci

stava passando davanti, tornando verso l'Istituto di Fisica dopo la sua solita pausa pranzo. Si fermò per un attimo davanti al grande personaggio romano e lo guardò negli occhi dal basso. Pensò una cosa forse sciocca e priva di senso: Giulio Cesare non era solo il nome del console dell'antica Roma. Giulio Cesare era anche il nome del professor Trabacchi, Giulio Cesare Trabacchi, un assistente di Corbino che era appena stato nominato direttore dell'Ufficio del radio dell'Istituto di Sanità romano. Il professore era l'unico a Roma a disporre di materiale radioattivo, che utilizzava per fini medici nel suo laboratorio, proprio in via Panisperna, accanto agli spazi utilizzati da Fermi e dal suo gruppo all'Istituto di Fisica.

L'incubazione dell'Ufficio del radio all'interno degli spazi di via Panisperna era stata voluta da Orso Mario Corbino una decina di anni prima. Nel tempo questa mossa si sarebbe rivelata fondamentale, innanzitutto perché il Ministero dell'Interno, da cui dipendeva l'Ufficio del radio, si impegnava a pagare all'Istituto di Fisica un canone annuo di 15.000 lire per l'uso dei laboratori, l'illuminazione e il riscaldamento: una cifra consistente, addirittura maggiore della somma di tutti i finanziamenti che l'Istituto di Fisica riceveva.<sup>1</sup>

Si trattava di un fine piano di diplomazia e strategia che Corbino era riuscito a escogitare per ottenere più finanziamenti per il suo Istituto, di cui beneficiarono le ricerche di allora, in particolare quelle di Fermi e dei suoi ragazzi innamorati della fisica moderna.

Quantità sempre maggiori di radio avevano cominciato a circolare nell'Istituto di via Panisperna, sia per i forti finanziamenti che l'ufficio diretto da Trabacchi riceveva dal Ministero dell'Interno, sia per il progressivo abbassamento del prezzo delle sostanze radioattive. All'inizio degli anni Venti, un milligrammo di radio costava 6.000 lire, mentre dieci anni dopo per acquistare la stessa quantità bastavano cifre intorno alle 1.000 lire, che tuttavia rappresentavano una cifra significativa, se paragonata alle 10.000 lire dell'intero finanziamento annuale dell'Istituto di Fisica diretto da Corbino.

In poco tempo, il piccolo Ufficio del radio di Trabacchi diventò l'unico organo competente in Italia sulla radioattività, capace di gestire circa 400 milligrammi di sostanze radioattive usate nel Paese, per un valore complessivo di circa 4 milioni di lire, cifra addirittura superiore alla dotazione annuale dell'intero CNR.<sup>2</sup>

Dall'inizio degli anni Trenta, l'Ufficio del radio iniziò a svolgere la funzione di banca radioattiva, prestando piccole quantità di materiali radioattivi ad altri laboratori, primi tra tutti proprio i vicini scienziati di via Panisperna.

Il radio, Trabacchi, la radioattività. Questa girandola di pensieri accompagnava Enrico Fermi mentre guardava la statua di Giulio Cesare negli occhi, quel pomeriggio del 1934. Aveva trovato una strada da percorrere per avere grosse quantità di materiale radioattivo, e mentre le rondini festeggiavano l'arrivo della primavera, Fermi camminava lento e pensieroso verso via Panisperna, dove i suoi lo aspettavano.

## **I primi esperimenti**

Arrivarono le vacanze pasquali del 1934. Con le prime quantità di radio, Fermi e la sua banda finalmente iniziarono a lavorare agli esperimenti sul bombardamento neutronico. La prima cosa che fecero fu ottimizzare il funzionamento della pistola a neutroni, che utilizzava il radon, per produrre particelle alfa, e il berillio, per ottenere i neutroni.

I mezzi e gli strumenti erano pochi e Fermi, pur essendo di base un teorico, si trasformò in meccanico e con lima e tornio contribuì a costruire con le proprie mani un contatore Geiger, così da poter rivelare le trasformazioni nucleari che si aspettava in quegli esperimenti. Come altri strumenti che aveva costruito nel passato, anche questo contatore aveva un aspetto rozzo, quasi tutto ricoperto da una colla rossiccia e appiccicosa che nel gruppo chiamavano "sangue di pollo". Lo strumento, però, ben rispondeva alla sua funzione, ma questo non bastava a fermare le scherzose critiche dell'amico Franco Rasetti, fisico sperimentale, amante dell'estetica dello strumento scientifico: "Enrico, tu nel lavoro sperimentale sei capace di compiere atti veramente indegni. Guarda quello splendido e luccicante elettrometro di Edelman; se tu fossi convinto che per ottenere un qualche dato si dovesse cospargerlo di sangue di pollo, lo faresti subito. Io, invece, non sarei capace di compiere un tale atto neanche se sapessi che potrebbe farmi vincere il premio Nobel. Confessa, Enrico, che tu ti comporteresti proprio così!"<sup>3</sup>

Enrico sorrideva e annuiva, avrebbe fatto qualunque cosa "se fosse servito a capire qualcosa di fondamentale", mentre Rasetti quasi sistrappava

i capelli per quelle affermazioni irriverenti nei confronti dei suoi amati strumenti.

Con la costruzione di tutta la strumentazione necessaria, finalmente poterono iniziare gli esperimenti. Durante le vacanze di Pasqua del 1934 i laboratori dell'Istituto erano deserti: Majorana già da tempo frequentava solo saltuariamente via Panisperna, ormai immerso nei suoi studi solitari; Rasetti, invece, era partito per una delle sue esplorazioni, questa volta verso il Marocco. Così, Fermi, Amaldi e Segrè rimasero soli e dovettero organizzarsi come meglio potevano per portare avanti efficientemente gli esperimenti: "Ci eravamo così divisi i compiti: Fermi doveva realizzare la maggior parte delle esperienze e dei calcoli, Amaldi si occupava di quello che oggi chiameremmo elettronica, mentre io [Segrè] preparavo le sostanze da bombardare e ogni altra cosa necessaria al lavoro. Questa suddivisione degli incarichi non era però rigida e ciascuno di noi partecipava alle diverse fasi del lavoro."<sup>4</sup>

Iniziò uno studio sistematico nel quale venivano bombardati con neutroni tutti gli elementi della tavola periodica, in ordine crescente, dai più leggeri come il litio, il boro e il fluoro per poi passare ai nuclei più pesanti. Per ciascun elemento gli scienziati preparavano dei campioni in varie provette ed eseguivano più volte lo stesso esperimento che aveva una prassi ben definita: si caricava la pistola di neutroni, la si puntava sul campione in esame e poi si cercava di rivelare nel contatore i segnali di radioattività sugli elementi in esame. Naturalmente, prima del trattamento i campioni risultavano non radioattivi e i ragazzi speravano lo diventassero dopo essere stati bombardati con neutroni. Se stimolata, quella radioattività artificiale sarebbe durata comunque pochi secondi e per questo, quindi, si doveva raggiungere di corsa l'altro lato dell'edificio, al piano superiore, luogo contaminato il meno possibile da materiale radioattivo naturale che avrebbe potuto compromettere le misure della radioattività indotta.

I primi giorni di esperimenti non portarono alcun successo, si correva inutilmente fino dall'altra parte dell'edificio per rimanere soli e in silenzio davanti a quel contatore artigianale. Qualcosa nell'apparato sperimentale non funzionava: forse la pistola era troppo poco potente, oppure la radioattività indotta troppo bassa per essere rivelata, o ancora il posizionamento dei vari elementi nell'esperimento non era corretto. Insomma, le variabili da tenere sotto controllo erano davvero tante e abbastanza sconosciute da far risultare il tutto piuttosto complicato. "Non

funzionerà mai, forse”, ripeteva sconfortato Amaldi durante le pause, seduto sul bordo della fontana del cortile interno all’Istituto. La campagna sperimentale, però, venne portata avanti con metodo e, anche se nulla sembrava funzionare, vennero progressivamente bombardati tutti i vari elementi chimici, fino a quando non toccò al fluoro.

## **La radioattività indotta con i neutroni**

Al turno del fluoro le cose iniziarono ad andare in modo diverso. Dopo il bombardamento, Fermi, Amaldi e Segrè corsero tutti e tre al piano di sopra, lasciando che i loro camici grigi da laboratorio svolazzassero come mantelli dietro le loro schiene. Li immaginiamo come tre cavalieri coraggiosi, custodi dell’Istituto di Fisica che in quei giorni era davvero deserto.

Dopo aver raggiunto il contatore, inserirono la provetta, convinti per amara consuetudine di non sentire alcun ticchettio che indicasse attività radioattiva. Era tardo pomeriggio, dalla finestra entrava il colore rosso di un cielo infuocato che si rifletteva sulle pareti del laboratorio. Il silenzio, il fiatone dopo la corsa e poi, incredibile ma vero, dei leggeri ticchettii provenienti dal contatore Geiger.

“È radioattivo! Il fluoro è radioattivo!” Esclamarono.

Il contatore gracchiava timidamente con la sua voce elettrica, ma quel segnale era già coperto dalle grida di gioia dei tre colleghi che quasi non credevano alle proprie orecchie.

Con quei piccoli ticchettii avevano appena fatto il primo passo per dimostrare la radioattività indotta da neutroni: il fluoro, dopo essere stato bombardato con neutroni, emetteva particelle alfa, manifestando quindi proprietà radioattive, sintomo del fatto che stava cambiando qualcosa a livello nucleare. Non era ancora chiaro se per via del bombardamento neutronico si stessero formando isotopi del fluoro (che poi decadevano) o nuovi elementi più pesanti; di sicuro il nucleo iniziale di fluoro non poteva più essere lo stesso, se emetteva particelle alfa.

Anche a Roma il nucleo atomico era stato violato e questo evento apriva la porta a uno studio sistematico e dettagliato del processo.

Nel gruppo di Panisperna si resero conto subito che svolgere studi approfonditi su quei fenomeni avrebbe avuto un impatto notevole su tutta la fisica atomica: si sarebbe potuto scoprire di più sugli atomi, sui nuclei, sulla

loro composizione, sulle forze che li tengono insieme. Inoltre, si sarebbe venuti a conoscenza dei prodotti di quelle reazioni, magari per applicarli ad altri fini. Nessuno di loro però, in quei giorni pensava che tali studi stavano per portare a scoperte di portata immensa, non solo per la fisica, ma per l'intera umanità. Cioè anche per la società civile e non solo per quella scientifica.

Fermi telegrafò immediatamente l'avvenuta scoperta all'amico Rasetti in Marocco, che nel frattempo aveva incontrato il Sultano che gli aveva conferito un'onorificenza per i suoi meriti di scienziato eclettico.<sup>5</sup>

Anche Oscar D'Agostino, lontano da via Panisperna, impegnato da Madame Curie a Parigi, ignaro di tutto, tornò a Roma proprio in quei giorni, scoprendo le scoperte dei suoi colleghi: "Le vacanze pasquali interruppero il mio lavoro. Madame Curie aveva chiuso il suo Istituto. (...) A mia volta decisi di andarmene. Ma dove? A Madrid per assistere al Congresso internazionale di chimica o a Roma per rivedere la mamma? Gettai una moneta in aria, mentre pensavo tra me: 'Se sarà testa andrò a Madrid, se croce a Roma.' Mi chinai sul selciato: era croce. Così partii per Roma e feci Pasqua con la mia cara, indimenticabile mamma. Il giorno dopo (la classica Pasquetta che porta tutti i romani verso i castelli o lungo l'Appia Antica) pensai di affacciarmi all'Istituto di Fisica. 'Non ci sarà nessuno', pensai. Invece mi sbagliavo: c'erano tutti, Fermi, Amaldi, Segrè. Mancava soltanto Rasetti. Il 'Cardinale' era andato a finire nientepopodimeno che in Marocco, a caccia di farfalle e di qualcosa che gli indicasse chiaramente lo scopo dell'esistenza. Appena Fermi, Amaldi e Segrè mi videro urlarono di gioia."<sup>6</sup>

La notizia era così importante che alla fine Rasetti tornò dal Marocco e D'Agostino, che aveva un biglietto di ritorno per Parigi, decise di rimanere a Roma per collaborare a tempo pieno alle ricerche del gruppo di Fermi. Dopo il successo avuto con il fluoro iniziò un vero e proprio studio sistematico per ogni elemento della tavola periodica, secondo un protocollo ben collaudato. "Lavoravamo con incredibile tenacia: si iniziava alle otto del mattino e, praticamente senza intervallo, andavamo avanti fino alle sei, sette di sera e anche oltre. Le misure venivano realizzate in base a un preciso programma, poiché noi sapevamo qual era il tempo minimo necessario per ogni operazione. Esse duravano tre-quattro minuti e si ripetevano per molte ore e anche per molti giorni, se questo era necessario a



risolvere il problema impostato. Risolto un problema, ne affrontavamo immediatamente un altro, senza interruzione.”<sup>7</sup>

Dopo il bombardamento, gli scienziati percorrevano ogni volta il corridoio lungo 30 metri per imboccare le scale e raggiungere il piano di sopra e poi riscendere e fare un altro esperimento. Più di duecento esperimenti al giorno. Significa che i ragazzi percorrevano 12 chilometri di corsa salendo 800 scalini: praticamente un allenamento per la maratona olimpica. In quella ricerca senza sosta, il gruppo di Fermi osservò oltre quaranta isotopi radioattivi e dimostrò anche la possibilità di catturare i neutroni all'interno di alcuni elementi come il cadmio e il boro. Come raccontato dai protagonisti di quelle vicende, presto i giovani scienziati di via Panisperna capirono anche il tipo di reazione in gioco durante l'esperimento: “Presto riuscimmo a identificare le due reazioni di cattura neutronica seguita da emissione di protone o particella alfa ossia, usando la notazione corrente  $(n, p)$  e  $(n, \alpha)$ . Trovammo spesso che il bombardamento neutronico produceva un isotopo radioattivo dell'elemento bombardato, ma non sapevamo se si trattava di cattura seguita da emissione gamma o di cattura seguita da emissione di due neutroni.”<sup>8</sup>

Anche il grande Ernest Rutherford, in una lettera a Enrico Fermi, commentò positivamente i lavori svolti in via Panisperna: “I suoi risultati sono di grande interesse e non dubito che in futuro saremo in grado di ottenere maggiori informazioni sul reale meccanismo di queste trasformazioni. Non è affatto certo che il processo sia così semplice come appare nelle osservazioni dei Joliot. Mi congratulo con lei per il successo della sua fuga dalla sfera della fisica teorica. Mi sembra proprio che lei abbia trovato un buon filone di ricerca per cominciare. Le può interessare sapere che anche il professor Dirac ha iniziato a fare alcuni esperimenti. Ciò sembra un buon augurio per il futuro della fisica teorica! Congratulazioni e i migliori auguri. (...) Continui a inviarmi le sue pubblicazioni su questi argomenti.”<sup>9</sup>

Gli esperimenti del gruppo procedevano speditamente e senza particolari intoppi: Fermi scrisse più di 10 articoli su questo tema e gli scienziati di via Panisperna, durante la primavera del 1934, scoprirono più di 30 isotopi radioattivi degli elementi bombardati.<sup>10</sup>

A un certo punto, però, iniziarono a ottenere risultati sempre più strani e complessi da interpretare. Questo succedeva man mano che con i neutroni venivano bombardati i nuclei più pesanti, come per esempio il torio e

l'uranio. Con questo ultimo elemento, in particolare, i risultati sembravano essere particolarmente anomali e dunque interessanti da analizzare più approfonditamente.

## Un laboratorio impazzito

Un laboratorio è un luogo perfetto per giovani: si sperimenta, si crea e si osservano con gli occhi di un bambino cose nuove ogni giorno. In un laboratorio si cambia il modo di pensare, si lascia il certo per l'ignoto, si esplora. I laboratori avvolgono e appassionano, ma sanno anche essere crudeli. Anche nel laboratorio di via Panisperna 89/A, benché protetti da Corbino e Fermi, ci si può appassionare e scottare, scoprendo e vincendo, ma anche sbagliando.

Quella anomalia radioattiva misurata dal gruppo di Fermi, infatti, non era della stessa natura osservata con gli elementi più leggeri precedentemente. Nel primo caso venivano prodotti degli isotopi che poi, per instabilità, decadevano emettendo particelle e radiazioni, con l'uranio succedeva invece qualcosa di diverso. Con l'uranio, il gruppo aveva prodotto e osservato inconsapevolmente la prima fissione nucleare: ovvero il nucleo dell'elemento bombardato si era separato in due frammenti, la cui somma delle masse era minore della massa di partenza. Questo, così come previsto dalla teoria di Einstein ( $E=mc^2$ ), produceva un'emissione di energia sotto forma di radiazione e particelle.

Quei giovani ed entusiasti scienziati, però, non se accorsero e come molti altri scienziati dell'epoca pensarono, erroneamente, che stessero producendo due nuovi elementi che battezzarono "ausonio" ed "esperio", in onore di due antiche civiltà italiche.

Molti libri di storia su questo evento riportano un aneddoto che a noi permette di mettere a fuoco la grande abilità diplomatica di Corbino: in quei giorni concitati di ricerca sui due elementi ci furono anche pressioni politiche per far chiamare "littorio" uno dei due elementi appena scoperti. La risposta di Corbino fu però elegante e pronta: "Sono elementi che hanno un tempo di vita breve che poco si adatterebbe alla durata del fascismo."<sup>11</sup>

Fermi non era però sicuro della sua interpretazione e chiese a tutti di attendere a pubblicare i risultati. A pensarla così non era solo Fermi: una chimica tedesca, Ida Noddack (1896 - 1978), ipotizzò per prima che quello

che Fermi e il suo gruppo stavano producendo non erano altri elementi, ma frammenti dello stesso uranio: a Roma, quindi, si sarebbe realizzato il primo esperimento di fissione nucleare. Come si scoprirà più avanti, questa era l'interpretazione giusta, ma all'epoca questa voce non venne ascoltata.

Alla fine della primavera del 1934, le idee intorno al fenomeno osservato non erano ancora chiare e sarebbero stati necessari ulteriori esperimenti, ma Orso Mario Corbino insistette per comunicare la grande scoperta proprio durante un incontro dell'Accademia dei Lincei alla presenza del re Vittorio Emanuele III. L'occasione era troppo ghiotta e il diplomatico e astuto Corbino, contrariamente a quanto chiesto da Fermi, comunicò le scoperte del gruppo di fisici.

Arrivò presto l'estate del 1934, Fermi partì per le vacanze alla volta del sud America, mentre Amaldi e Segrè andarono in Inghilterra per trascorrere alcuni mesi a Cambridge da Rutherford. Nei prestigiosi Laboratori Cavendish, i due scienziati italiani ebbero la possibilità di utilizzare strumentazioni sofisticate e imparare nuove tecniche per compiere esperimenti simili a quelli che avevano appena svolto a Roma, ma con la variante di bombardare i metalli, in particolare l'alluminio, sul quale rivelarono una radioattività straordinaria.

Alla fine dell'estate, Fermi, di ritorno dal sud America, passò da Londra durante la conferenza Internazionale di Fisica Nucleare, dove davanti ai più grandi fisici del tempo comunicò i risultati del bombardamento neutronico ottenuti a Roma qualche settimana prima. L'attenzione su tale comunicazione si rivelò grandissima e nel giro di qualche mese il piccolo laboratorio di via Panisperna diventò uno dei centri di fisica nucleare più importante d'Europa e la rivista italiana *La ricerca scientifica* del CNR, dove i ragazzi erano soliti pubblicare i propri lavori, assunse di colpo fama internazionale.

Nel frattempo, i risultati ottenuti da Segrè e Amaldi sull'alluminio a Cambridge avevano risvolti troppo importanti per non essere ripetuti anche a Roma. Seguendo il consiglio di Fermi, i due incaricarono il giovanissimo Bruno Pontecorvo di svolgere degli esperimenti preliminari sull'argento, elemento i cui decadimenti erano più semplici da misurare; in questo i due avrebbero avuto dei dati di riferimento con cui paragonare le misure che avrebbero svolto successivamente. Pontecorvo, seguendo le indicazioni dei due, doveva eseguire diversi esperimenti, misurando la radioattività del campione di argento e attenuando il bombardamento di neutroni con

quantità sempre maggiori di piombo. Il giovanissimo fisico, però, otteneva dei risultati che sembravano assolutamente incomprensibili e inaspettati. Per esempio, Pontecorvo si accorse che se spostava l'apparato sperimentale, cambiando tavolo o laboratorio, otteneva delle misure diverse. Molto probabilmente sbagliava qualcosa di banale, anche se non capiva cosa, e iniziava quasi a provare imbarazzo per non riuscire a svolgere un compito apparentemente così semplice. "Pazzesco! Questi ragazzi non hanno ancora imparato a fare esperimenti puliti!"<sup>12</sup> urlava Amaldi per i corridoi dell'Istituto.

Gli stessi esperimenti, però, vennero ripetuti centinaia di volte, sempre con risultati diversi da quelli che ci si aspettava. "In particolare c'erano certi tavoli di legno, che si trovavano nella camera oscura vicino a un oscilloscopio, che avevano proprietà miracolose perché l'argento irradiato sopra quei tavoli acquistava un'attività molto maggiore di quando veniva irradiato su un tavolo di marmo nella stessa stanza."<sup>13</sup> Qualcosa andava oltre le incapacità di Pontecorvo, e così Amaldi fu costretto a cimentarsi in quegli anomali esperimenti: sistemò tutto a regola d'arte, puntò la pistola a neutroni, sparò e poi corse al piano di sopra per fare partire il cronometro e il contatore. Niente da fare, anch'egli non riusciva a ottenere i risultati aspettati. Provò anche Rasetti, il più fine tra gli sperimentatori del gruppo di Fermi, ma fece ugualmente un buco nell'acqua. Anche Fermi si interessò al problema, ma anche a lui toccò la sorte dei suoi precedenti tre colleghi. In cerca di un capro espiatorio, Trabacchi provò a fare ricadere la colpa, anche solo per esorcizzare quella situazione senza via d'uscita, su Rasetti e sul suo laboratorio: "Rasetti ha un laboratorio che sembra un magazzino messo a soqqadro, strapieno com'è di strumenti, di farfalle, di foglie secche e di chissà quali altre diavolerie!"<sup>14</sup>

Gli altri componenti del gruppo erano d'accordo: era arrivato il momento che Rasetti liberasse il laboratorio da foglie e insetti. Serviva più ordine e controllo delle condizioni sperimentali. "Ora urlando contro gli uscieri, ora chiudendosi in uno sdegnoso mutismo, Rasetti assistette allo sgombero."<sup>15</sup>

Il laboratorio, però, sembrava crudele oltre che impazzito: neanche il supremo sacrificio delle reliquie di Rasetti servì a rimettere le cose in ordine in quell'esperimento. Il gruppo doveva cercare risposta altrove...

Sì, ma dove?

## Un'altra grande scoperta

La mattina del 20 ottobre 1934 sembrava più tranquilla del solito in via Panisperna. Rasetti e Pontecorvo lavoravano in laboratorio, mentre Segrè e Amaldi erano impegnati in aula per avviare il nuovo anno accademico. Majorana era sempre meno presente e lo si vedeva in Istituto sempre più di rado, mentre il chimico Oscar D'Agostino era alle prese con un lavoro per l'Istituto di Sanità. Anche Mario Orso Corbino non era in sede, come al solito risucchiato dall'attività politica.

Con quelle assenze, quella mattina i laboratori dell'Istituto di Fisica di via Panisperna sembravano finalmente godere di un giorno di pausa, dopo i ritmi forsennati degli ultimi mesi. Solo Fermi, solitario, si aggirava silenzioso per i corridoi come un custode saggio e fedele dell'Istituto. Era più pensieroso del solito, non si riusciva a capire che cosa accadesse a quel campione di argento che da giorni stavano studiando. Non sembrava possibile che il cambio di posizione dell'apparato sperimentale cambiasse così fortemente i risultati dell'esperimento. Fermi quella mattina vagava senza meta per i corridoi, poi si diresse verso il laboratorio vuoto e nella sua silenziosa irrequietezza guardò il tavolo su cui eseguivano le misure: "Le racconterò come arrivai a fare la scoperta che credo sia la più importante della mia carriera. Stavamo lavorando molto intensamente sulla radioattività indotta dai neutroni e i risultati che stavamo ottenendo erano incomprensibili. Un giorno, appena arrivato in laboratorio, mi venne in testa che avrei dovuto esaminare l'effetto prodotto da un pezzo di piombo piazzato davanti ai neutroni incidenti. E, contrariamente alle mie abitudini, misi un grande impegno a preparare un pezzo di piombo lavorato con grande precisione. Ero chiaramente insoddisfatto di qualcosa: cercai ogni scusa per tentare di rinviare la disposizione di quel pezzo di piombo al suo posto. Quando finalmente con grande riluttanza stavo per collocarlo, mi dissi: 'No! Non voglio questo pezzo di piombo, ciò che voglio è un pezzo di paraffina!' Andò proprio così, senza nessuna premonizione e nessun precedente ragionamento conscio. Presi immediatamente un pezzo di paraffina che trovai sul momento a portata di mano e lo collocai dove avrebbe dovuto essere disposto il pezzo di piombo."<sup>16</sup> La paraffina è un materiale biancastro in cui è contenuta una grande percentuale di idrogeno, e a quei tempi veniva utilizzata per impieghi diversi: si adoperava per produrre candele, per sbiancarle e indurirle, per gli esperimenti di ottica nei

laboratori di fisica, ma veniva usata anche dagli sciatori sotto i loro sci per procedere più velocemente e nei caseifici meridionali la si adoperava per proteggere il caciocavallo dalle muffe. Dai formaggi ai laboratori di fisica, la paraffina divenne protagonista di uno degli esperimenti più importanti della storia della fisica: Fermi prese in mano quel blocco di paraffina, lo guardò attentamente qualche secondo, fece scivolare i polpastrelli sulla sua superficie liscia, poi lo sollevò e lo poggiò con cura sul tavolo per ripetere l'esperimento di quei giorni. Come un lento rituale ripeté la procedura di sempre, concentrato e assorto nei pensieri di quel giorno. Appena il campione fu pronto, corse al piano di sopra per misurarne la radioattività, fece partire il cronometro e i suoi ticchettii iniziarono a scandire intervalli regolari di silenzio. Ascoltando il suono metallico del contatore, Fermi non credeva alle sue orecchie: il contatore sembrava impazzito, quel campione con la paraffina diventava estremamente radioattivo, molto più di quanto si era potuto osservare fino ad allora. Fermi rimase in silenzio anche dopo che la tempesta dei conteggi del Geiger era terminata. Il suo primo pensiero fu che il contatore fosse guasto. Secondo le sue conoscenze, infatti, la paraffina doveva essere molto meno efficace del piombo a schermare i neutroni usati come proiettili e, dunque, la radioattività misurata sul campione doveva essere molto più piccola dei casi precedenti.

I corsi in aula, intanto, erano terminati e, verso mezzogiorno, il laboratorio tornò a riempirsi come sempre. Fermi raccontò eccitato quello che aveva osservato al resto del gruppo e, dopo il suo racconto, tutti desiderarono ripetere l'esperimento per vedere con i loro occhi e controllare che non ci fosse nulla di storto.

Come sempre, dopo il bombardamento corsero tutti e cinque – Fermi, Rasetti, Segrè, Pontecorvo e Amaldi – al piano di sopra per la misura della radioattività e, ancora una volta, i ticchettii del contatore davano valori di radioattività elevatissimi. Racconta Segrè: “In principio io credevo che un contatore si fosse semplicemente guastato e desse indicazioni arbitrarie come ogni tanto accadeva, ma non ci volle molto per convincere ciascuno di noi che la radioattività straordinariamente forte di cui eravamo testimoni era reale.”<sup>17</sup>

Tra quei ragazzi calò improvvisamente un silenzio di raccoglimento, di concentrazione, di contemplazione e di stupore per quello che avevano appena osservato. Il contatore non era rotto e, che fosse stato merito della paraffina o no, era successo qualcosa di straordinariamente grande. Solo la

voce di Fermi riuscì a rompere quel silenzio e quei pensieri. Tre semplici parole che rimbalzarono tra le pareti oscure di quel laboratorio: “Andiamo a pranzo!”<sup>18</sup> Mentre tutto il gruppo lasciava l’Istituto, Fermi rimase ancora un po’, poi si tolse il camice, indossò la giacca e tornò a casa percorrendo la strada di sempre. Durante il pranzo, gli altri membri del gruppo parlarono di quello che avevano visto e, nello stupore e nell’euforia, cercarono di spiegare quello che era accaduto. Segrè ricorda: “Quando tornammo, Fermi aveva già formulato un’ipotesi per spiegare l’azione della paraffina.”<sup>19</sup> Era seduto nel suo ufficio, aspettò con le braccia conserte che arrivassero tutti, poi disse che il fenomeno si manifestava “presumibilmente, grazie all’idrogeno contenuto nella paraffina.”<sup>20</sup> Qualcosa del genere doveva essere accaduto anche prima, durante gli esperimenti svolti da Pontecorvo, quando cambiando tavolo e ambiente si ottenevano risultati diversi. Secondo l’ipotesi di Fermi, i neutroni sarebbero stati rallentati per via delle collisioni con gli atomi di idrogeno contenuti nella paraffina e questo li rendeva più efficaci nel penetrare il nucleo e stimolare quindi reazioni nucleari.

Le ipotesi del rallentamento dei neutroni si basavano su questioni di urti e masse delle particelle in gioco: i neutroni perdevano più o meno metà della loro velocità durante l’urto con i piccoli atomi di idrogeno, cosa che invece non accadeva con i grandi atomi di piombo, sui quali rimbalzavano mantenendo praticamente la stessa velocità. Fermi voleva comunque essere sicuro che le sue ipotesi sul rallentamento fossero corrette: “Se una piccola quantità di paraffina dà comunque un risultato evidente, proviamo a vedere cosa succede con una quantità maggiore.”<sup>21</sup>

“E dove la prendiamo tutta quella paraffina?” Chiese Amaldi. Fermi si alzò e attraversò tutta la stanza dirigendosi verso la finestra: “Perché, solo la paraffina contiene idrogeno?” Disse guardando oltre i vetri. Gli stormi di rondini volteggiavano sui cieli romani, cambiando direzione a ogni istante e disegnando nell’aria le forme più strane. L’acqua della fontana del cortile, intanto, regalava un piacevole gorgoglio. Fermi indicò sicuro quella fontana e si voltò verso Amaldi: “L’acqua forse non contiene idrogeno?”

Non aveva nemmeno fatto in tempo a finire la frase che si erano già tutti precipitati fuori in cortile, pronti a ripetere l’esperimento in quei pochi centimetri d’acqua. Rasetti e Segrè, con un retino e un secchio in mano, cercavano di salvare dalle radiazioni tutti i pesci rossi che c’erano nella fontana. Fermi era ansioso di ripetere quell’esperimento: “Fate presto con

quei pesci!” Gridava mentre preparava meticolosamente tutto l’apparato sperimentale con l’aiuto degli altri componenti del gruppo. Anche in questa occasione Rasetti aveva dovuto compiere un grande sacrificio nel nome del gruppo e della scienza: nella fretta di preparare l’esperimento aveva lasciato che scappassero dalla fontana i gechi sui quali stava facendo un esperimento. I risultati ottenuti con i neutroni nella fontana furono però talmente eccitanti che compensarono quella perdita. Gli esperimenti confermavano le ipotesi di Fermi sull’effetto frenante dell’idrogeno, prima nella paraffina, ora nell’acqua.

Una grande scoperta: il rallentamento dei neutroni apriva le porte alla produzione massiccia di elementi radioattivi.

La radioattività poteva quindi uscire dai laboratori ed essere applicata estensivamente su scala industriale per usi energetici, medici, chimici e scientifici. Tutti si abbracciarono intorno a quella fontana, nell’incredulità di un momento in cui sembrava loro di aver conquistato una delle vette che in quegli anni avevano imparato e faticato a raggiungere insieme.

- 
1. Giovanni Battimelli, “Atti del XX Congresso Nazionale della Storia della Fisica e dell’Astronomia”, Napoli 2000.
  2. *Ivi.*
  3. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, 1993.
  4. *Ivi.*
  5. Valeria del Gamba, *Il ragazzo di via Panisperna. L’avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, Bollati Boringhieri, Torino 2007.
  6. Oscar D’Agostino, *Il chimico dei fantasmi*, Mephite, Atripalda 2002.
  7. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, 1993.
  8. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.
  9. Lettera di Rutherford a Fermi del 23 aprile 1934; citata in: Edoardo Amaldi, “From the discovery of the neutron to the discovery of nuclear fission”, *Physics Reports*, 111, 1984.
  10. Edoardo Amaldi, “From the discovery of the neutron to the discovery of nuclear fission”, *Physics Reports*, 111, 1984.
  11. Emilio Segrè, *Enrico Fermi, fisico*, Zanichelli, Bologna 1971.
  12. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.
  13. Edoardo Amaldi, “Personal Notes on Neutron Work in the ‘30s...”, in *History of 20<sup>th</sup> Century Physics*, LVII Corso della Scuola Internazionale di Fisica “Enrico Fermi” (Varenna, 1972), 1977.
  14. Oscar D’Agostino, *Il chimico dei fantasmi*, Mephite, Atripalda 2002.
  15. *Ivi.*
  16. Enrico Fermi, *Note e memorie (Collected Papers)*, a cura di Edoardo Amaldi et al., Acc. Naz. Dei Lincei, Roma, The Univ. of Chicago Press, Chicago e Londra 1962.
  17. Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.
  18. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.
  19. Emilio Segrè, *Enrico Fermi, fisico*, Zanichelli, Bologna 1971.



20. *Ivi.*

21. *Ivi.*

## Capitolo 8

# LA DISPERSIONE E IL NOBEL

*Lui se ne va, tu te ne vai. E io chi sono, il bischero? Allora vo' via anch'io!*

Franco Rasetti

### **Le reazioni alla scoperta**

La sera della grande scoperta dei neutroni lenti, la banda di via Panisperna si riunì a casa di Edoardo Amaldi. La finestra era socchiusa e un leggero refolo di vento muoveva la pagina di ottobre di un calendario datato 1934. Intorno alla scrivania nello studio del padrone di casa, tutti i giovani scienziati descrissero in una lettera, con poche ed essenziali parole, l'effetto che avevano i neutroni lenti nella produzione di sostanze radioattive.<sup>1</sup>

Si apriva così l'era atomica e quello che stavano stilando era il suo atto di nascita. Sarebbero state davvero tante le sorprese e le conseguenze che quelle poche righe avrebbero riservato a loro stessi e al mondo intero. In poco tempo, ognuno dei membri di quel gruppo di scienziati avrebbe raggiunto fama internazionale, non solo per gli addetti ai lavori della comunità scientifica.

Quel vento che scompigliava le pagine del calendario appeso alla parete dello studio di Amaldi, però, a breve avrebbe disperso le loro giovani energie, dividendo le loro strade e i loro destini. Era un vento carico di cattivi presagi, di guerra, di sopraffazione, di persecuzioni e di morti con cui ognuno di loro avrebbe dovuto fare i conti.

La mattina del 23 ottobre, il giorno dopo quella storica serata, erano tutti in via Panisperna. Nonostante ci fosse ancora molto da fare, la prima cosa che i giovani scienziati fecero fu quella di presentarsi nello studio di Corbino, per descrivere in dettaglio ciò che era avvenuto il giorno prima. Naturalmente, Fermi fu il portavoce del gruppo e, con una voce tranquilla e rilassata, dalla quale trapelavano però entusiasmo e stupore, aggiornò il direttore dell'Istituto: "Corbino reagì in maniera vivace alla comunicazione di Fermi e disse: 'Dovete assolutamente brevettare il nostro metodo di ottenimento dei neutroni lenti.' Ancora oggi non riesco a dimenticare il riso sincero, caloroso, infantile, di Fermi all'accento di Corbino sul fatto che quei lavori di cui stavano parlando avrebbero potuto avere un utilizzo pratico. Corbino, all'ilarità di Fermi e dei suoi collaboratori replicò piuttosto seccamente: 'Siete giovani e non capite niente!' Naturalmente, Corbino aveva ragione: quel brevetto che fu registrato prima in Italia e poi negli altri Paesi risultò di grande utilità per gli inventori quando, nel 1950, il rallentamento dei neutroni divenne un metodo ampiamente utilizzato."<sup>2</sup>

Nel giro di qualche giorno, il metodo per ottenere radioattività artificiale con neutroni lenti fu registrato presso l'Ufficio Brevetti di Roma e presto vennero avviate le procedure per estendere la proprietà intellettuale agli altri Paesi europei e agli Stati Uniti. Il brevetto consisteva nel processo attraverso cui si riusciva ad aumentare la produzione di sostanze radioattive artificiali. Il rallentamento dei neutroni scoperto da Fermi, infatti, portava un notevole vantaggio nella produzione di queste sostanze, aprendo la strada alla produzione di elementi radioattivi su larga scala, anche in ambito industriale. Il rapporto tra la proprietà intellettuale, la ricerca scientifica e lo strumento del brevetto resterà per tutto il Novecento (lo è ancora oggi) uno dei temi più dibattuti all'interno della comunità scientifica.

Per molti scienziati i risultati della ricerca non possono essere vincolati al concetto di proprietà, ma devono essere considerati di dominio pubblico. Per altri, invece, è giusto riconoscere anche un valore economico alle scoperte e alle invenzioni che avvengono in campo accademico. Grazie a Corbino, comunque, i ragazzi si assicurarono la paternità anche commerciale della loro scoperta, che sarebbe valsa oro nel giro di qualche anno.

I risultati e i riscontri positivi incoraggiarono il gruppo a proseguire gli esperimenti, in particolare concentrando le ricerche sul torio e sull'uranio. Negli stessi mesi, poi, venne studiato in dettaglio l'effetto della paraffina e

vennero chiarite una serie di questioni relative all'interazione tra neutroni e raggi gamma provenienti dalla sorgente di radon-berillio.

## **La situazione si aggrava**

C'era un romanzo di fantascienza a cui la banda di via Panisperna era molto legata, *The Brave New World* di Aldous Huxley. Il libro, pubblicato nel 1932, parla dei cittadini del nuovo mondo che, grazie a una compressa di una sostanza chiamata "soma", potevano combattere lo sconforto, vivere felicemente e dimenticare per un momento i problemi e le ansie. Nonostante i risultati scientifici ottenuti, all'inizio del 1935 i ragazzi di via Panisperna si sentivano un po' come i cittadini del nuovo mondo del loro romanzo preferito: "La fisica è il nostro 'soma', ecco la frase che caratterizzava il lavoro che svolgevamo in quel periodo, quando la situazione generale in Italia era sempre più oscura, prima per gli esiti della guerra in Abissinia e poi per la partecipazione italiana alla guerra di Spagna."<sup>3</sup>

Insomma, lavorare non era solo un modo per aggiungere risultati scientifici importanti, ma anche un modo per distrarsi e dimenticare la situazione sempre più oppressiva. La macchia si stava allargando e influenzava la vita di sempre più persone, anche di chi come Rasetti aveva sempre cercato di stare lontano dalla politica: "Nel 1935, con i preparativi della guerra d'Etiopia, Mussolini e il fascismo si stavano rapidamente trasformando da quel 'fastidio' che avevano rappresentato per persone come me estranee alla politica, in una tirannia che pesava sulla vita quotidiana delle sue sfortunate vittime. La guerra di Spagna che immediatamente seguì a quella d'Etiopia, e in particolare il Patto d'Acciaio con Hitler, erano cattivi presagi per il futuro, e mi indussero a prendere in considerazione l'ipotesi di lasciare l'Italia anche a costo di perdere l'eccellente posizione accademica che avevo a Roma."<sup>4</sup>

Lo stesso capitò agli altri membri del gruppo, che lentamente si stava sfilacciando: Majorana da mesi si era ormai rinchiuso in uno studio solitario e solo raramente tornava in via Panisperna. Rasetti, all'inizio del 1935, andò negli Stati Uniti, dove passerà più di un anno. Il giovane Pontecorvo, grazie a una borsa di perfezionamento, partì alla volta di Parigi, per lavorare con Frédéric Joliot. Nella capitale francese il "Cucciolo" iniziò a frequentare clandestinamente circoli internazionalisti e comunisti e strinse un rapporto

di solidarietà con lo stesso Joliot, che nel giro di qualche anno sarebbe diventato uno dei maggiori esponenti dell'antinazismo e della Resistenza francese.

Fermi e Amaldi, intanto, si dedicarono allo studio sistematico delle proprietà di rallentamento dei neutroni, estendendo lo studio che avevano fatto sull'idrogeno a tutti gli elementi della tavola periodica.

Il 23 gennaio 1937 un altro grave evento destabilizzò il gruppo: l'improvvisa morte di Orso Mario Corbino, da sempre protettore e braccio diplomatico della banda di via Panisperna, attraverso il quale Fermi e i suoi potevano accedere ai pochi finanziamenti disponibili al tempo. Oltre agli aiuti economici e agli appoggi politici, Orso Mario Corbino, il "Padreterno", lasciava un vuoto umano incolmabile in via Panisperna: le risate contagiose non avrebbero più risuonato nelle aule dell'Istituto di Fisica, non si sarebbero più sentiti gli incitamenti in tono siciliano ai giovani scienziati.

Alla morte di Corbino seguì, nel luglio del 1937, anche quella di Guglielmo Marconi che, anche se più da lontano, aveva appoggiato l'attività dei giovani fisici nucleari romani.

Con quelle due scomparse al gruppo di via Panisperna venne a mancare l'appoggio politico e quindi, indirettamente, anche il supporto economico che fino ad allora aveva fornito adeguate risorse all'attività sperimentale.

A questa situazione già difficile, anche a causa dell'inasprimento del clima politico in Italia, seguì la nomina del professor Antonino Lo Surdo (1880 - 1949) come direttore dell'Istituto di Fisica di via Panisperna. Il neo-direttore era un uomo vicino al regime, nonché dichiaratamente lontano dalla fisica svolta e promossa dal gruppo di Fermi. L'Istituto di Fisica, come molti altri istituti dell'ateneo romano, venne trasferito nelle nuove strutture della città universitaria. Il palazzo di via Panisperna 89/A venne svuotato: gli strumenti, gli oggetti, ma soprattutto le energie positive che lo avevano reso celebre vennero cancellate e spazzate via.

Questo trasloco rappresentò un ulteriore ostacolo a una situazione già pesante, ma il trasferimento nelle nuove strutture della città universitaria poteva anche essere l'occasione per un vero ammodernamento degli apparati sperimentali: le sorgenti di neutroni radon-berillio utilizzate fino ad allora dal gruppo erano ormai datate rispetto a quello che si faceva in altri laboratori. Il trasloco, insomma, poteva essere una buona occasione affinché anche l'ateneo romano iniziasse a costruire un acceleratore di particelle.

Nelle loro visite negli Stati Uniti a Pasadena e a Berkeley, Rasetti e Segrè studiarono il ciclotrone di Lawrence e ne constatarono le grandi potenzialità. In concomitanza al cambio di sede, Fermi provò a presentare un progetto per dotare i laboratori romani di un acceleratore, ormai diventato imprescindibile per uno sviluppo fruttuoso nell'ambito nucleare. Nella richiesta presentata, il fisico italiano scriveva: "Le ricerche sulla radioattività hanno avuto negli ultimi anni, presso tutte le nazioni civili, uno sviluppo eccezionalmente intenso e fecondo. Questo movimento non accenna in alcun modo a declinare, ma tende anzi a estendersi a nuovi e vasti campi non solo della fisica, ma anche della chimica e della biologia. L'Italia ha avuto finora una posizione preminente in queste ricerche. D'altra parte la tecnica radioattiva ha potuto impiegare in gran parte come sorgenti primarie le sostanze radioattive naturali, così che i mezzi ordinari di un laboratorio fisico universitario hanno potuto, con limitati aiuti esterni, essere sufficienti allo sviluppo delle ricerche. Accanto alla tecnica delle sorgenti naturali si è però andata sviluppando in tutti i grandi Paesi esteri quella delle sorgenti artificiali. Queste sorgenti hanno intensità migliaia di volte superiore a quelle ottenibili dalle sostanze naturali. È chiaro come queste circostanze rendano vano pensare a un'efficace concorrenza con l'estero, se anche in Italia non si trova il modo di organizzare le ricerche su un piano adeguato."<sup>5</sup>

La costruzione dell'acceleratore romano rappresentava per Fermi solo il primo passo di un progetto molto più ambizioso, che consentisse all'Italia di mantenere un posto di onore nello studio del nucleo, ruolo che la fisica italiana, grazie soprattutto al suo lavoro, aveva avuto fino ad allora. Purtroppo, però, la mancanza dell'appoggio di Corbino e Marconi e il conseguente isolamento scientifico di Fermi, sommati alle sanzioni inflitte dalla Società delle Nazioni all'Italia per le responsabilità del conflitto in Etiopia, impedirono di partire con la realizzazione del progetto proposto da Fermi.

Più passava il tempo, più la situazione si faceva cupa e, come se non bastasse, nella primavera del 1938, dopo l'annessione tedesca dell'Austria, alla porta dell'Istituto di Fisica bussò una persona speciale, ma che portava con sé brutte notizie. Un signore stanco e magro, che Segrè quasi stentò a riconoscere se non fosse per i suoi caratteristici occhiali: era il grande fisico viennese Erwin Schrödinger, uno dei fondatori della meccanica quantistica. Non veniva per un seminario, una borsa di studio o per discutere di

interessanti risvolti scientifici di cui aveva sempre parlato con Fermi. Purtroppo, i toni questa volta erano tragici e dolorosi, come racconta Segrè: “Una mattina Schrödinger arrivò improvvisamente all’istituto di Roma e chiese a Fermi di accompagnarlo in Vaticano, dove voleva temporaneamente rifugiarsi, e di fornirgli un minimo di denaro per poter mangiare!”<sup>6</sup>

Schrödinger era dovuto scappare dal suo Paese per la sola colpa di avere posizioni dichiaratamente distanti dalla politica di Hitler, ed era stato sottoposto a pesanti investigazioni che lo avevano spinto a cercare rifugio in Vaticano. Gli scienziati italiani che lo accolsero, scossi da quello che stava accadendo in Europa, avevano sentore che presto anche in Italia sarebbe successo qualcosa di simile. Come in un esperimento, purtroppo le loro ipotesi vennero confermate qualche mese più tardi, quando anche in Italia il fascismo mostrò con forza il suo lato intollerante: “È tempo che gli Italiani si proclamino francamente razzisti”, evocava il primo numero della rivista *La difesa della razza* il 5 agosto 1938, solo poche settimane prima che Mussolini rese note le sue leggi razziali (18 settembre 1938) durante un discorso tenuto a Trieste.

Per lo scienziato ebreo Emilio Segrè, così come per Enrico Fermi, che aveva la moglie di origini ebraiche, la situazione diventava sempre più complessa da gestire. Se le scarse risorse concesse al gruppo avevano deteriorato i rapporti tra Fermi e il governo italiano, le leggi razziali furono la goccia che fece traboccare il vaso. Il rapporto di Fermi e del suo intero gruppo di ricerca con l’Italia era ormai compromesso.

## **Il Nobel e l’addio**

Il 10 novembre 1938, a Roma arrivò un telegramma da Stoccolma. Fermi aprì la busta e lesse il suo contenuto con grande attenzione. Con poche e semplici parole gli veniva conferito il premio Nobel per la fisica “per la scoperta di nuove sostanze radioattive appartenenti all’intero campo degli elementi e per la scoperta del potere selettivo dei neutroni lenti”.

Saputa la notizia, all’Istituto di Fisica esplosero una gioia e un entusiasmo incontenibili: una delle rare parentesi di felicità in quei mesi difficili, il raggiungimento di un traguardo altissimo, frutto di una condivisione meravigliosa, di anni di ricerca, passione e lavoro insieme. Un

premio per i sacrifici, l'audacia e la genialità di quel fisico italiano e indirettamente di tutto il gruppo che aveva lavorato al suo progetto sull'esplorazione del nucleo atomico.

In poco più di decennio dalla sua nomina a professore, Fermi, insieme ai suoi collaboratori, aveva trasformato i laboratori male equipaggiati di via Panisperna in un centro di eccellenza per la ricerca sul nucleo, facendo toccare al Paese intero le vette del progresso a livello internazionale, in uno degli ambiti più sofisticati mai studiati dall'uomo.

Mentre all'Istituto di Fisica si celebrava l'esito strepitoso di quelle ricerche, i giornali e gli organi di comunicazione dell'epoca rimasero piuttosto tiepidi rispetto alla notizia, come racconta Amaldi: "Nei giorni successivi all'assegnazione del premio Nobel a Fermi, parte della stampa si era limitata a dare la notizia in forma estremamente breve, parte era giunta a esprimere un cauto compiacimento per il riconoscimento internazionale che aveva ricevuto il lavoro di Enrico Fermi svolto in un'università italiana, anzi in quella della capitale, e talvolta aveva cercato di fare risalire il merito al regime (...). Ma al tempo stesso trapelava, qua e là, qualche preoccupazione per l'imperfezione razziale della famiglia Fermi, dell'ambiente dell'Istituto e della fisica italiana in generale, e per il sospetto che Stoccolma fosse per Fermi la prima tappa di un viaggio ben più lungo."<sup>7</sup>

Celebrato altrove, ma perseguitato nel suo Paese: era questa la situazione di Fermi, e anche di alcuni dei suoi allievi, che iniziavano a covare il forte desiderio di lasciare l'Italia e di raggiungere Paesi con maggiori diritti civili e migliori condizioni sociali.

L'America, che Fermi aveva visitato durante diversi viaggi negli anni precedenti, per lui non era solo la terra dei diritti e della speranza, ma anche un luogo dove poter proseguire e sviluppare in modo più efficace le proprie ricerche e i propri interessi scientifici. Segrè a proposito racconta: "Lo attiravano i laboratori attrezzati, gli abbondanti mezzi di ricerca, l'entusiasmo che sentiva nella nuova generazione di fisici, l'accoglienza cordiale degli Americani. (...) Gli ideali americani, a differenza di quelli fascisti, trovavano una profonda eco nell'animo di Fermi. Tutte le osservazioni e le considerazioni che ne seguivano lo preparavano spiritualmente a emigrare."<sup>8</sup>

Fermi non era l'unico a pensarla così, sempre più spesso ascoltava le confidenze di amici e collaboratori che stavano prendendo la stessa



decisione. Tra le stanze ormai semi-spoglie dell'Istituto di via Panisperna proseguivano le poche attività sperimentali non ancora trasferite nella città universitaria della capitale.

Una mattina alla fine del 1938, tra quelle mura che solo poco tempo prima avevano conosciuto le dinamiche rumorose di un laboratorio eccellente, ora risuonava la voce di Mario Salvadori (1907 - 1997), un ingegnere romano che stava confessando a Fermi di voler abbandonare il Paese per raggiungere l'America, dove avrebbe potuto svolgere le sue attività in tranquillità, ma soprattutto da uomo libero. Sentendo quelle confessioni, Fermi sospirò e annui: non c'è altra scelta che lasciare l'Italia e questa meravigliosa città eterna, nella speranza che tornassero tempi migliori.

Anche Fermi, ormai, era pronto, e approfitterà del visto ottenuto per andare a Stoccolma a ritirare il premio Nobel, per proseguire in un viaggio senza ritorno verso gli Stati Uniti.

In quel momento si aprì la porta e sbucò la testa di Rasetti, che chiese con il suo vocione toscano: “Che si dice? Si complotta?”

“Salvadori ha deciso di farla finita e di andare in America” gli rispose Fermi.

“Davvero? – Lo incalzò secco Rasetti, aggrottando le sopracciglia. – Lui se ne va, tu te ne vai. E io chi sono, il bischero? Allora vo' via anch'io!”<sup>9</sup>

Contrariamente a quello che succede sulle navi che affondano, il primo ad abbandonare l'Italia fu il capitano di quella straordinaria banda. Il 6 dicembre 1938, giorno in cui Fermi e la sua famiglia presero il treno per Stoccolma, Rasetti e Amaldi, con la moglie Ginestra, lo accompagnarono alla stazione Termini. Nella testa di ciascuno dei tre amici i pensieri, i ricordi, la disillusione, ma anche la speranza si mischiavano con il rumore della stazione affollata di viaggiatori. Le parole di Amaldi spiegano bene quale fosse lo stato d'animo dei tre amici nel momento di quell'addio: “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 un'influenza più ampia sull'ambiente universitario e, con il passare degli anni, magari sull'intero Paese. Il nostro piccolo mondo era stato sconvolto, anzi quasi certamente distrutto, da forze e circostanze completamente estranee al nostro campo d'azione. Un osservatore attento avrebbe potuto dirci che era stato ingenuo pensare di costruire un edificio così fragile e delicato sulle pendici di un vulcano che

mostrava così chiari segni di crescente attività. Ma su quelle pendici eravamo nati e cresciuti e avevamo sempre pensato che quello che facevamo fosse molto più durevole della fase politica che il Paese stava attraversando.”<sup>10</sup>

Finiva in quel momento, alla stazione Termini di Roma, una storia lunga più di un decennio, che aveva visto sei giovani ragazzi trasformarsi in grandi scienziati, e le stanze vuote in via Panisperna diventare il centro della fisica nucleare più importante del mondo.



**Figura 8.1** – Enrico Fermi ritira il premio Nobel a Stoccolma nel 1938 (per gentile concessione del Dipartimento di Fisica, Archivio Amaldi – Sapienza Università di Roma).

## La cerimonia

Appena sveglia, Fermi guardò fuori dalla finestra. Stoccolma dormiva ancora, protetta dal silenzio di una neve ghiacciata e sottile. Era ancora buio, l’inverno nordico non aveva niente a che vedere con il sole romano che anche nella stagione fredda scaldava generoso le case e i passanti per le strade. Accanto a lui c’era tutta la sua famiglia, sua moglie Laura e i bambini Nella e Giulio. La loro presenza e l’intimità familiare stemperavano la sua emozione, quella mattina del 10 dicembre 1938, giorno in cui gli avrebbero consegnato ufficialmente il premio Nobel. Aveva deciso di non indossare la camicia nera, come gli era stato imposto dal regime

fascista, né di salutare con il saluto romano, come richiesto a chi, come lui, rappresentava le istituzioni italiane. Voleva e aveva deciso di essere un uomo libero. E così Enrico Fermi ritirò il premio Nobel con un elegante frac, facendo un educato inchino davanti al re di Svezia prima di stringergli la mano.

La mattina dopo la cerimonia, a Roma Amaldi comprò tutti i giornali che aveva trovato nelle edicole: *il Messaggero*, *il Popolo d'Italia*, *il Corriere della sera*, *il Piccolo*, *il Fascio*, c'erano tutte le maggiori testate italiane o quasi. Tutti i giornali sottolineavano l'irrispettoso comportamento di Fermi che, invece di vestirsi da accademico di Italia e fare il saluto romano, si presentò a ritirare il prestigioso premio in frac dando la mano al re di Svezia. Nessuno che esaltasse e celebrasse il suo talento e la sua opera scientifica.

## Verso gli Stati Uniti

Natale era vicino, ma Fermi e la sua famiglia erano lontani dal loro Paese e dai loro affetti. Il 24 dicembre 1938 tutti i componenti della famiglia Fermi si imbarcarono a Southampton a bordo del Franconia, direzione New York.

Faceva freddo e la gente si avvolgeva nei cappotti e nelle sciarpe. C'era una nebbia fitta che impediva di guardare lontano, l'acqua del mare era scura, le onde si infrangevano sullo scafo, e la nave, circondata da una spuma bianca, era pronta per salpare. Fermi era con la sua famiglia sul ponte della nave, insieme alle sue sole speranze, i sogni, le ansie di tanti altri come lui che guardavano a terra e salutavano.

La nave si staccò dalla banchina e fischiò forte. Fermi abbracciò Laura e diede la mano ai suoi bambini che guardavano verso terra, sempre più piccola, sempre più distante. Socchiuse gli occhi e pensò ai suoi amici. Nei gorghi del mare mosso dalle eliche della nave gli sembrò di sentire la voce di Rasetti e pensò a tutti i ragazzi della sua banda: Amaldi, Segrè, Pontecorvo... li avrebbe rivisti un giorno?

Una pioggia leggera cominciò a bagnargli il viso e Fermi riaprì gli occhi e, cullato dal mare, provò a sorridere.

---

1. E. Fermi, E. Amaldi, B. Pontecorvo, F. Rasetti, E. Segrè, "Azione di sostanze idrogenate sulla radioattività provocata da neutroni", *La Ricerca Scientifica*, anno V, vol. II, 1934.

2. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.

3. *Ivi.*
4. Franco Rasetti in: Giovanni Battimelli, “Studi meridionali”, *Quaderni del Centro Dorso*, Avellino 2003.
5. Edoardo Amaldi, a cura di G. Battimelli, M. De Maria, *Da via Panisperna all’America*, Editori Riuniti, Roma 1997.
6. Emilio Segrè, *Enrico Fermi, fisico*, Zanichelli, Bologna 1971.
7. Edoardo Amaldi, a cura di G. Battimelli, M. De Maria, *Da via Panisperna all’America*, Editori Riuniti, Roma 1997.
8. Emilio Segrè, *Enrico Fermi, fisico*, Zanichelli, Bologna 1971.
9. Mario Salvadori, “Ricordando Enrico Fermi (memorie di un non-fisico)”, *Il Nuovo Saggiatore* 1, 1987.
10. Edoardo Amaldi, a cura di G. Battimelli, M. De Maria, *Da via Panisperna all’America*, Editori Riuniti, Roma 1997.

## Capitolo 9

# L'AMERICA, L'ERA ATOMICA E IL PROGETTO MANHATTAN

*Il navigatore italiano è appena sbarcato nel nuovo mondo.*  
Arthur Compton, in una telefonata in codice dopo l'accensione della prima pila atomica di Fermi

## La fissione nucleare

In navigazione verso il Nuovo Mondo, le giornate trascorrono lente e intervallate da malinconia e preoccupazione per la situazione in Europa. Fermi, però, è anche molto eccitato, in America lo aspettano i migliori laboratori e centri di ricerca del mondo. Qualche settimana prima della sua partenza, inoltre, venne comunicata una scoperta interessantissima fatta a Berlino da due chimici, Otto Hahn (1879 - 1968) e Fritz Strassmann (1902 - 1980).

I due scienziati tedeschi avevano svolto uno studio molto accurato degli elementi prodotti dal bombardamento neutronico dell'uranio. I risultati ottenuti sembravano indicare che, dopo il bombardamento, il nucleo originario di uranio si scindesse in altri frammenti più piccoli, fenomeno che oggi chiamiamo *fissione nucleare*, alla base di molti processi nucleari attualmente usati a scopi industriali ed energetici. La scoperta sembrava molto interessante sia dal punto di vista teorico, perché vi erano dei processi che coinvolgevano la struttura del nucleo, sia da un punto di vista pratico,

perché la reazione sprigionava un'enorme quantità di energia, la stessa che prima teneva insieme i costituenti del nucleo.

Le ipotesi dei due chimici stimolavano l'immaginazione degli scienziati di mezzo mondo, che ancor prima di qualsiasi conferma, fantasticavano sulle sue possibili applicazioni. Fermi era uno di questi scienziati: “La probabile importanza del fenomeno della scissione appena scoperto fu discussa per la prima volta, in tono scherzoso, considerandola come una possibile sorgente di energia nucleare. Infatti, si pensava, se nella fissione c'è un grosso sconvolgimento nella struttura nucleare, non è improbabile che qualche neutrone possa ‘evaporare’ dal nucleo. E se qualche neutrone evapora, allora può ben essere più di uno, diciamo due. Allora ognuno di questi due potrà provocare una nuova fissione.”<sup>1</sup>

L'interpretazione teorica del fenomeno osservato da Otto Hahn e Fritz Strassmann fu proposta subito dopo da Lise Meitner (1878 - 1968), una scienziata ebrea viennese che si era rifugiata in Svezia, a Stoccolma, per mettersi in salvo dalle persecuzioni razziali naziste. La Meitner svolse questo lavoro in collaborazione con il nipote Otto Frisch, anch'egli fuggito a Copenaghen, lontano dal suo Paese.<sup>2</sup>

I due scienziati austriaci, riprendendo un'intuizione della scienziata tedesca Ida Noddack, riuscirono a dare una semplice interpretazione del fenomeno prodotto da Fermi e dal suo gruppo di ricerca qualche anno prima: secondo il loro modello, il nucleo di uranio assorbiva il neutrone con il quale era stato bombardato, per poi separarsi in due elementi più piccoli, il bario e il kripton. In questa trasformazione si liberavano alcuni neutroni e, soprattutto, una grandissima quantità di energia, che sopperiva alla carenza di massa (la somma delle due masse dei nuovi elementi era minore di quella iniziale dell'uranio), secondo la famosa conversione della massa in energia  $E=mc^2$ , scritta da Einstein qualche decennio prima.

Il modello teorico che i due scienziati riuscirono a proporre era molto convincente, tanto che uno dei più grandi scienziati dell'epoca, Niels Bohr, uno dei padri della meccanica quantistica, si associò a Frisch pubblicando un articolo che apparve sulla prestigiosa rivista *Nature* nel febbraio del 1939. Proprio in queste pagine fu coniato il termine “fissione”.

La notizia della fissione nucleare ebbe una grande risonanza internazionale e catturò l'interesse della comunità scientifica: nel giro di pochi mesi vennero pubblicati centinaia di articoli sul tema che aiutarono a chiarire la dinamica del processo.

I contributi più importanti furono quelli di Irène Curie e Frédéric Joliot a Parigi, di Walter Zinn e Leo Szilard alla Columbia University e, naturalmente, anche quello di Enrico Fermi.

Lo scienziato italiano, nel frattempo, era infatti sbarcato a New York, dove gli era stata offerta una cattedra presso la prestigiosa Columbia University.

Nella Grande Mela, Fermi, insieme al giovane ricercatore Herbert Anderson (1914 - 1988), già all'inizio del 1939 ricominciò le sue ricerche sul nucleo atomico. Applicando i suoi studi sul decadimento beta, dimostrò sia teoricamente sia sperimentalmente un fatto notevole: la scissione o fissione del nucleo di uranio non era solo accompagnata dalla produzione di energia, ma anche dall'emissione di tre neutroni. Fermi e molti altri scienziati pensarono che questi tre neutroni potevano a loro volta essere usati per bombardare altri nuclei di uranio e innescare così un processo a catena. Un processo che, una volta innescato, non si sarebbe fermato e, come per una fornace, avrebbe potuto essere applicato per la produzione di energia.

I vantaggi di questa scoperta, come sappiamo oggi, sarebbero stati enormi, soprattutto nella produzione di energia per uso civile, nelle centrali nucleari: la quantità di energia ottenuta in seguito a processi nucleari, infatti, risulta milioni di volte maggiore rispetto a quella ottenuta dalla stessa quantità di materia per trasformazioni chimiche, come la combustione.



**Figura 9.1** – Fermi insieme ai fisici Ernest O. Lawrence e Isidor Rabi nei primi anni negli Stati Uniti (fonte:

[http://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Atomic\\_physicists\\_Ernest\\_O.\\_Lawrence,\\_Enrico\\_Fermi,\\_and\\_Isidor\\_Rabi\\_-\\_NARA\\_-\\_558595.tif](http://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Atomic_physicists_Ernest_O._Lawrence,_Enrico_Fermi,_and_Isidor_Rabi_-_NARA_-_558595.tif)).

## Guerra e società

Le implicazioni sociali della reazione a catena ipotizzata da Fermi non rimasero confinate all'interno della stretta cerchia di scienziati, la stampa iniziò immediatamente a interessarsi all'argomento, tanto che Il *New York Herald Tribune* già il 12 febbraio 1939 titolava: “Nel regno della scienza: lo sviluppo pratico dell'energia atomica è solo questione di tempo”.

Come molte importanti invenzioni e scoperte della scienza, le idee di Fermi e del suo collaboratore nascondevano anche un lato oscuro: se da un lato la reazione a catena offriva un nuovo strumento per produrre energia, dall'altro era chiaro a tutti che questo processo poteva diventare di natura esplosiva, trasformandosi in un'arma devastante. A questo proposito Fermi racconta: “Nella primavera del '39 divenne generalmente noto che un processo di fissione, indotto dalla collisione di un neutrone con un atomo di uranio, era capace di produrre a sua volta certamente più di un nuovo neutrone, e forse addirittura tre. Molti fisici in quel momento si resero conto che una reazione a catena basata sulla fissione dell'uranio era una possibilità che meritava ulteriori ricerche. Questa possibilità era considerata



con speranza e, nello stesso tempo, con grande preoccupazione: tutti sapevano, agli inizi del 1939, dell'imminenza di una guerra mondiale; c'era un fondato timore che la tremenda potenzialità militare latente nei recenti sviluppi scientifici potesse essere realizzata dai nazisti per primi."<sup>3</sup>

All'inizio del 1939, insomma, i rischi di applicazioni per fini bellici delle reazioni nucleari a catena sono un problema di cui tutta la comunità scientifica si interroga, soprattutto mentre in Europa crescono sempre più robusti i venti di guerra. Il clima esasperato dal regime totalitarista del nazismo e del suo leader spinse addirittura Albert Einstein, uno degli scienziati più pacifisti, a firmare una famosa lettera indirizzata al presidente Franklin Delano Roosevelt e scritta dal fisico Leo Szilard nell'agosto del 1939. Nella lettera si suggeriva che gli Stati Uniti incrementassero il proprio programma sulle ricerche nucleari, in modo da non perdere terreno rispetto alla Germania, visto il grande impatto che l'impiego di queste armi avrebbe potuto avere nel corso di un'eventuale guerra.

Di seguito riportiamo uno stralcio di questa storica lettera.<sup>4</sup>

*Alcune ricerche svolte recentemente da E. Fermi e L. Szilard, mi inducono a ritenere che l'uranio possa essere trasformato nell'immediato futuro in una nuova e importante fonte di energia. (...)*

*Negli ultimi quattro mesi è stata confermata la probabilità (grazie all'opera di Joliot in Francia, oltre che di Fermi e Szilard in America) che diventi possibile avviare in una grande massa di uranio una reazione nucleare a catena capace di generare enormi quantità di energia e grandi quantitativi di nuovi elementi simili al radio. Attualmente è quasi certo che si possa pervenire a questo risultato nell'immediato futuro.*

*Questo nuovo fenomeno porterebbe anche alle costruzioni di bombe, ed è concepibile (anche se molto meno certo) che si possano costruire in tal modo bombe estremamente potenti di tipo nuovo. Una sola bomba di questo tipo, trasportata da un'imbarcazione e fatta esplodere in un porto, potrebbe benissimo distruggere l'intero porto e una parte del territorio circostante. (...) Potrà apparirLe opportuno istituire un collegamento permanente tra l'Amministrazione e il gruppo di fisici che si occupano di reattori a catena in America. Uno dei modi di assicurare tale collegamento potrebbe consistere nell'affidare questo compito a persona che goda della Sua fiducia, e che potrebbe eventualmente agire in veste non ufficiale. Il suo compito potrebbe consistere in quanto segue:*

a) (...) formulare raccomandazioni per interventi governativi, con particolare riguardo al problema di assicurare agli Stati Uniti un approvvigionamento di minerale uranifero;

b) accelerare il lavoro sperimentale che si svolge attualmente nei limiti dei bilanci dei laboratori universitari, fornendo finanziamenti – ove necessario – tramite contatti con privati disposti a contribuire a questa causa, e anche eventualmente procurando la cooperazione di laboratori industriali che dispongano dell'attrezzatura necessaria.

*Mi risulta che la Germania ha effettivamente bloccato la vendita di uranio da parte delle miniere cecoslovacche di cui si è impadronita. La decisione di agire così tempestivamente si può forse spiegare con la circostanza che il figlio del Sottosegretario di Stato tedesco, von Weizsäcker, lavora al Kaiser-Wilhelm-Institut di Berlino, dove vengono attualmente compiute, in parte, le stesse ricerche sull'uranio che si svolgono negli Stati Uniti.*

*Sinceramente Suo  
Albert Einstein*

Il governo americano, tuttavia, fu lento nel recepire il messaggio della lettera scritta e firmata dagli scienziati. La fisica nucleare, infatti, era ancora una disciplina molto giovane e poco conosciuta, e i governi preferivano investire la maggior parte delle risorse economiche nello studio e nel perfezionamento di un'altra importante e nuova tecnologia, quella dei radar.

La lettera di Szilard-Einstein, comunque, portava a conoscenza i vertici politici e militari americani dell'importanza strategica delle ricerche nucleari. Questa lettera, anche se con effetto ritardato, avrà un impatto storico enorme, non solo sulla Seconda Guerra Mondiale. Il governo americano, comunque, assecondò le richieste degli scienziati, cosa che avrebbe cambiato per sempre l'intero modo di fare scienza e ricerca: dai piccoli laboratori finanziati da ordinarie risorse universitarie locali, si passerà ai maxi-progetti di portata nazionale o internazionale, in cui saranno coinvolti moltissimi scienziati in gruppi di lavoro mai visti in precedenza.

Il primo progetto di questa portata, origine di questo cambiamento, passerà alla storia con il nome di "Manhattan Project".

## **Il progetto Manhattan**

Dopo aver ricevuto la lettera firmata da Einstein, il presidente Roosevelt assegnò alla Columbia University, centro dove lavorava Fermi, un primo fondo di 6.000 dollari – cifra che oggi corrisponde ad appena 60.000 euro – per attivare il cosiddetto “Progetto uranio”.

Nonostante le scarse risorse per un progetto così importante, Enrico Fermi ed Herbert Anderson riuscirono a iniziare alcuni importanti studi sulla fissione nucleare e su eventuali sviluppi per fini civili dell’energia atomica.

Naturalmente, intorno a questi progetti, in quei mesi non mancavano le perplessità che facevano discutere gli scienziati. Anche se al tempo si era ancora ben lontani dalla produzione di ordigni militari, una ricerca svolta a Birmingham, nel Regno Unito, aveva messo in evidenza come una quantità di circa dieci chili di uranio avesse lo stesso potere distruttivo delle bombe che potrebbe sganciare un aereo in un giorno intero di bombardamenti.<sup>5</sup> Durante uno degli esperimenti sulla fissione nucleare, proprio Enrico Fermi esclamò meravigliato e impaurito al suo collega George Uhlenbeck: “Ma ti rendi conto, George, che una piccola bomba a fissione potrebbe distruggere quasi tutto quello che vediamo qua fuori?”

Lo scenario politico cambiò drasticamente nel dicembre del 1941, con l’attacco giapponese alla base di Pearl Harbor e la conseguente entrata in guerra degli Stati Uniti. Dopo questo evento, venne dato il via al progetto Manhattan, affidando la gestione militare al generale Leslie Groves e quella scientifica al chimico nucleare Harold Urey (premio Nobel nel 1934) e ai fisici Arthur Compton ed Ernest O. Lawrence (premi Nobel, rispettivamente nel 1927 e 1939).

Contestualmente, vennero incrementate le risorse umane ed economiche destinate alle ricerche sulla fissione nucleare: dai 6.000 dollari iniziali si passò allo stanziamento di 2 miliardi di dollari (oggi 20 miliardi di euro) e, nel corso degli anni tra il 1941 e il 1945, vennero coinvolte nel progetto oltre 130.000 persone. Circa il 90% dei fondi fu utilizzato per il reperimento del materiale radioattivo e per la progettazione e la costruzione di circa 20 diversi laboratori di ricerca su tutto il territorio americano. Di particolare importanza per la nostra storia furono il Laboratorio Metallurgico di Chicago e il laboratorio segreto di Los Alamos, nel deserto del New Mexico.

## A Chicago

“La grande Chicago splendeva rossa davanti ai nostri occhi. (...) Tram cigolanti, strilloni, ragazze scattanti, l’odore del fritto e della birra nell’aria, l’ammiccare del neon. (...) La vecchia, scura Chicago con i suoi strani personaggi a metà tra l’East e il West che andavano a lavorare sputando per terra. (...) ‘Amico – mi disse Dean davanti a un bar – guarda la strada della vita. Guarda i Cinesi che girano per Chicago. Che città strana... fantastica.’”

Probabilmente, le parole con cui Jack Kerouac descrive Chicago nel romanzo *On the Road* (1951) rappresentano bene la città che anche Fermi vide appena arrivato nel capoluogo dell’Illinois. Come l’autore del mitico romanzo, anche Fermi, prima di arrivare a Chicago, proveniva da New York e in particolare dalla Columbia University. Entrambi, poi, stavano vivendo un viaggio mai percorso prima: lo scrittore attraverso le strade degli Stati Uniti, lo scienziato nelle profondità dell’atomo.

Fermi e i suoi collaboratori, dopo una serie di risultati fondamentali ottenuti negli oltre tre anni trascorsi a New York, nel maggio del 1942, si trasferirono a Chicago, presso il Metallurgical Laboratory, dove avevano preso vita gli esperimenti preliminari che avrebbero portato alla costruzione di quello che sarebbe stato il primo reattore nucleare della storia. A Chicago, Fermi seguiva da vicino questi esperimenti e si occupava di fornire indicazioni teoriche su come procedere. Proprio in questo contesto, lo scienziato italiano intuì il grande impatto che il calcolo automatico potesse avere nella soluzione dei problemi fisici e fu il primo scienziato a farne un uso massiccio durante le sue ricerche. “Quando qualcuno andava a cercarlo in ufficio, non era necessario bussare per sapere se lui ci fosse o no. Infatti, se non si sentiva il rumore della calcolatrice che teneva sempre sul tavolo significava che era meglio andarlo a cercare nel laboratorio lì accanto.”<sup>6</sup>

Il problema da risolvere per rendere pratico il processo a catena, che Fermi studiava fin dai tempi della Columbia University, era legato all’energia dei neutroni emessi durante la fissione. I neutroni prodotti dalla fissione dell’uranio erano troppo veloci, cioè troppo energetici, per provocare altre fissioni. Un po’ come era avvenuto a Roma prima che venisse scoperto l’effetto della paraffina sul rallentamento, queste particelle interagivano debolmente con i nuclei di uranio e il processo si arrestava velocemente. Per mantenere la reazione accesa in autonomia, dunque,

andava trovata una sostanza (elemento moderatore), capace di rallentare i neutroni abbastanza da provocare poi la fissione di altro uranio.

Il problema del rallentamento dei neutroni venne risolto alla fine del 1943 utilizzando come elemento moderatore la grafite, lo stesso materiale con cui vengono prodotte le normali matite per scrivere. Fermi e i suoi collaboratori iniziarono così la costruzione del primo reattore, costituito da strati di uranio e barre di grafite che, forse in onore del suo connazionale Alessandro Volta, prese il nome di “pila” atomica.

La prima pila atomica della storia, la “Chicago Pile-1”, era alta circa nove metri e la si può immaginare, usando le parole dello stesso Fermi, come “una pila grezza di mattoni neri e travi in legno.”<sup>7</sup>

Per motivi di sicurezza, all’interno della pila erano state inserite anche delle barre estraibili di cadmio che servivano ad assorbire i neutroni liberati dalla fissione dell’uranio e quindi a interrompere la reazione a catena. La pila veniva costruita strato per strato, alternando uranio con grafite, fino a quando la struttura era abbastanza grande da riuscire a raggiungere il punto critico in cui il processo si innescava. Così ricorda la prima accensione il più stretto collaboratore di Fermi, Herbert Anderson: “Nella notte tra l’1 e il 2 dicembre, durante il mio turno, dopo la posa del cinquantesimo strato, il reattore avrebbe raggiunto il punto critico. Quella notte la costruzione della pila proseguì come al solito; tutte le barre di legno, coperte di cadmio, erano al loro posto. Terminato il cinquantesimo strato, io, com’era stato stabilito quel giorno con Fermi, fermai il lavoro. Vennero estratte tutte le barre di cadmio a eccezione di una e venne eseguita la misurazione del numero dei neutroni secondo la solita procedura, esattamente com’era stato fatto nei giorni precedenti. Il risultato della misurazione indicò chiaramente che appena fosse stata tolta l’ultima barra di cadmio, la pila avrebbe raggiunto la criticità. Grande fu la tentazione di togliere l’ultima barra e diventare così il primo uomo riuscito a far funzionare il reattore. Ma Fermi aveva previsto questo rischio e mi aveva fatto promettere che, dopo aver finito le misurazioni e registrato i risultati, tutte le barre sarebbero state rimesse a posto e bloccate.

Al mattino del giorno dopo, il 2 dicembre, ero lì per comunicare a Fermi che tutto era pronto. Fermi prese il controllo. L’avvicinamento alla criticità proseguiva secondo il programma elaborato in precedenza da Fermi. Gradualmente, passo dopo passo, venne estratta l’ultima barra di cadmio. A ogni gradino veniva misurato l’incremento dell’attivazione dei neutroni e

Fermi confrontava il risultato con quello previsto in base alla misurazione precedente. Il suo regolo calcolatore di sei pollici da tasca, quel giorno non aveva tregua. A ogni passo miglioravano le sue previsioni per il successivo. Il processo ben presto cominciò ad avvicinarsi ai suoi dati e Fermi faceva previsioni con sempre maggiore convinzione sulla loro precisione. Prima dell'ultimo grado egli era totalmente sicuro che la criticità sarebbe stata raggiunta nella fase successiva. In effetti, appena l'ultima barra di cadmio fu estratta completamente, la pila divenne critica. La reazione a catena auto-sostenuta era stata ottenuta.”<sup>8</sup>

L'accensione della prima reazione nucleare a catena venne festeggiata da Fermi stappando un fiasco di Chianti, tra le urla di gioia e gli abbracci dei numerosi scienziati che per anni avevano lavorato a quel progetto ambizioso.

Il fisico statunitense Arthur Compton (1892 - 1962), responsabile del progetto per il governo americano, subito dopo l'evento telefonò immediatamente a James B. Conant, presidente del National Defense Research Committee e, in un linguaggio in codice improvvisato, esclamò con soddisfazione: “Il navigatore italiano è appena sbarcato nel nuovo mondo.”<sup>9</sup>

Fermi sorrideva a tutti i suoi collaboratori, stringendo mani e passando di abbraccio in abbraccio e, forse, in quel momento, ripensò per un attimo ai suoi amici e colleghi romani, a quel pomeriggio dell'ottobre 1934, quando per la prima volta in via Panisperna scoprirono insieme l'effetto straordinario dei neutroni lenti. La pila atomica funzionante che aveva davanti agli occhi era figlia di quelle esperienze lontane ormai quasi dieci anni e molte migliaia di chilometri.

“L'esperimento durò 28 minuti, l'intensità massima raggiunta era pari all'emissione energetica di circa mezzo watt (l'intensità venne mantenuta bassa in modo da diminuire la radioattività della caldaia). Oggi questo esperimento viene considerato l'inizio dell'era atomica, ma nel suo rendiconto mensile di dicembre, Fermi scrisse semplicemente: ‘La costruzione del sistema che utilizza la reazione a catena è stata portata a termine il 2 dicembre e da quel momento funziona in maniera soddisfacente.’”<sup>10</sup>

## **Trasferimento a Los Alamos**

Quella di Los Alamos è la tappa più tragica di questa storia, se non addirittura una delle pagine più buie e controverse di tutta la storia della scienza.

Nel 1942 le sorti della guerra sembravano volgere nettamente a favore dei nazisti. Questa consapevolezza spinse il governo americano ad aumentare le risorse destinate al progetto Manhattan che doveva portare il più velocemente possibile alla costruzione della bomba atomica.

Dopo i successi ottenuti a Chicago, che al di là delle applicazioni belliche rappresentavano un passo storico per la produzione dell'energia, nel 1944 Fermi iniziò ufficialmente a partecipare alle fasi finali per la costruzione dell'ordigno atomico. Rispetto ai processi che avvenivano all'interno della pila di Chicago, la bomba avrebbe dovuto produrre una quantità di decadimenti in maniera rapidissima e non controllata, così da generare una quantità di energia (radiazione e calore) tipica di un'esplosione. Le attività progettuali riguardanti la bomba avevano sede a Los Alamos, in New Mexico, nel sud degli Stati Uniti ed erano gestite dal generale Leslie Groves e dal fisico Robert Oppenheimer (1904 - 1967).

Quando si trasferì nel centro di ricerca di Los Alamos, Fermi incontrò il suo vecchio collaboratore e amico Emilio Segrè, che come lui, per motivi razziali, era negli Stati Uniti dal 1938, attivo soprattutto all'università di Berkeley.

Molti scienziati, proprio come Fermi e Segrè, collaborarono al progetto Manhattan per coinvolgimento emotivo, interesse scientifico o spirito patriottico. A Los Alamos erano presenti tutti i più grandi scienziati del tempo, da Niels Bohr, uno dei padri fondatori della meccanica quantistica, a John von Neumann, celebrato pioniere dell'informatica moderna, da James Chadwick, scopritore dell'elettrone, appunto, Enrico Fermi con i suoi vecchi collaboratori, Emilio Segrè e Bruno Rossi.

Il lavoro per costruire la bomba atomica si svolse a ritmi forsennati, tanto che a pochi anni dall'inizio dei lavori, il 15 luglio 1945, nel deserto di Alamogordo (New Mexico) venne fatto esplodere il primo ordigno nucleare della storia. Emilio Segrè assistette con Enrico Fermi all'esperimento a diversi chilometri di distanza: "Alle cinque e mezza del mattino la bomba fu fatta esplodere. L'impressione più forte fu provocata dal formidabile accecante lampo di luce. (...) Durante l'esperimento io ero vicino a Fermi, ma non ricordo cosa dicemmo o di cosa parlammo. Mi sembra di aver pensato per qualche secondo che l'esplosione avrebbe potuto incendiare

l'atmosfera e mettere fine all'universo, benché sapessi che questo era impossibile.”<sup>11</sup>

Le reazioni degli scienziati all'esperimento del 15 luglio 1945, che anticipava di meno di un mese la distruzione delle città giapponesi di Hiroshima e Nagasaki, furono diverse e discordanti. Molti eminenti scienziati, tra cui molti premi Nobel, si mobilitarono affinché la bomba non venisse in nessun modo utilizzata nelle operazioni belliche. Altri invece, avevano opinioni meno radicali e sarebbero stati pronti a usare la bomba per fermare le violenze in Europa.

Il finale di questa drammatica controversia è noto a tutti. Nella risoluzione finale del “Comitato temporaneo di consulenza al governo sul problema nucleare” composto da Oppenheimer, Compton, Lawrence e Fermi si legge: “Le opinioni dei nostri colleghi in merito all'inizio dell'utilizzo di questa arma divergono: si va da un'idea di dimostrazione puramente tecnica fino a una proposta di impiego bellico. (...) Noi propendiamo per questo ultimo punto di vista, poiché non possiamo proporre una qualsiasi dimostrazione tecnica adatta ad avvicinare la fine della guerra. Non vediamo alternative all'impiego bellico diretto.”<sup>12</sup>

Naturalmente, non si può imputare solo agli scienziati firmatari di questo documento la responsabilità del drammatico utilizzo della bomba nucleare in Giappone. Come è facile immaginare, l'evento storico venne fortemente influenzato da logiche militari, economiche e politiche che, naturalmente, andavano ben oltre il controllo della comunità scientifica e degli scienziati che parteciparono attivamente agli studi del progetto Manhattan.

Le più alte sfere militari dovevano inoltre giustificare davanti al Congresso la spesa di diversi miliardi di dollari, come dichiarato negli anni Sessanta dallo stesso generale Groves, responsabile del progetto: “Vista l'enorme quantità di investimenti che il progetto inghiottiva, il governo si convinse sempre di più della necessità di impiegare la bomba atomica.”<sup>13</sup>

Rimandando ad altre sedi il dibattito storiografico sulla bomba atomica, chiudiamo questo capitolo riportando lo stato d'animo degli scienziati che, pur non avendo partecipato attivamente al progetto della bomba, seguirono i loro colleghi da lontano. Tra questi c'era anche Edoardo Amaldi, a cui diamo la responsabilità di rappresentare la voce degli scienziati italiani: “Anche per gli scienziati rimasti in Italia durante la guerra e che non avevano partecipato quindi alla costruzione di armi atomiche, i giorni in cui



furono sganciate le prime due bombe atomiche sulle città giapponesi di Hiroshima e Nagasaki furono giorni di profonda costernazione. Era terribile constatare che un lavoro intrapreso con finalità strettamente scientifiche, ed eventualmente in vista di applicazioni esclusivamente benefiche, avesse portato a mezzi di distruzione di una simile portata. Il problema è stato discusso infinite volte in tutte le possibili combinazioni da persone che si sono trovate in posizioni personali estremamente diverse. Le condizioni di guerra che dominavano il mondo a partire dal primo settembre 1939 hanno spinto scienziati, per loro natura estremamente pacifici, a mettersi a lavorare nelle applicazioni belliche dell'energia nucleare. Da un lato e dall'altro si dava per certo (ed era vero) che il nemico si fosse messo su questa strada e che se ne potesse servire per conquistare la dominazione del mondo. Non era facile, anzi era impossibile agli inizi, stabilire se un fisico si sarebbe assunto responsabilità maggiori accettando oppure rifiutando di collaborare. Un fisico negli Stati Uniti poteva rifiutare di collaborare sapendo che i nazisti avrebbero potuto conquistare il mondo proprio servendosi di questa arma? (...) Presa questa decisione iniziale, non c'era più nulla da fare. La storia macina gli eventi in modo assai diverso da quanto anche i più assennati e lungimiranti riescano a prevedere.”<sup>14</sup>

- 
1. “I grandi della scienza: Enrico Fermi”, *Le Scienze* 2, 8, aprile 1999.
  2. Lise Meitner, Otto R. Frisch, “Disintegration of Uranium by Neutrons: A New Type of Nuclear Reaction”, *Nature* 143, 239, 1939.
  3. “I grandi della scienza: Enrico Fermi”, *Le Scienze* 2, 8, aprile 1999.
  4. Lettera Einstein Szilárd, 1939.
  5. Richard G. Hewlett, Oscar E. Anderson, *The New World, 1939-1946*, Pennsylvania State University Press, University Park 1962.
  6. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.
  7. Enrico Fermi, *The Development of the first chain reaction pile*, Proceedings of the American Philosophical Society, 90, 1946.
  8. Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.
  9. *Ivi*.
  10. *Ivi*.
  11. Emilio Segrè, *Enrico Fermi, fisico*, Zanichelli, Bologna 1971.
  12. *Recommendations on the Immediate Use of Nuclear Weapons, by the Scientific Panel of the Interim Committee on Nuclear Power, 16 giugno 1945*, U. S. National Archives, Record Group 77, Records of the Office of the Chief of Engineers, Manhattan Engineer District, Harrison-Bundy File, Folder #76.
  13. Leslie Groves, *Now It Can Be Told: The Story of the Manhattan Project*, Harper, 1962.
  14. Edoardo Amaldi, a cura di G. Battimelli, M. De Maria, *Da via Panisperna all'America*, Editori Riuniti, Roma 1997.

## Capitolo 10

# L'EREDITÀ DEL GRUPPO

*Ora può sembrare inspiegabile, incredibile, ma ci ho creduto.*

Bruno Pontecorvo

## Fermi, Segrè e la Big Physics

La guerra finalmente è finita e in Europa si raccolgono i pezzi di vita andati in frantumi: i ragazzi della banda di via Panisperna, ormai diventati uomini, hanno imboccato strade diverse che non sembrano farli tornare verso Roma dove condividere obiettivi e ricerche comuni. Nel 1945, l'Istituto di Fisica di Roma è quasi deserto e le giornate entusiasmanti in cui la banda aveva violato i segreti dell'atomo sono un ormai un ricordo lontano. Gli scambi diretti o epistolari tra i componenti della banda si sono fatti sempre più rari. Loro malgrado, il destino e la guerra ma anche le loro passioni, hanno finito per separarli.

Molti scienziati, dopo l'esperienza di Los Alamos tornarono alla loro vita normale, cioè a fare ricerca per fini civili, opponendosi, come fece anche Fermi, alla costruzione di altre bombe atomiche. Nonostante questo, la politica scientifica lentamente affiancò i governi per entrare nel clima della Guerra Fredda, sostenendo a suon di scoperte e invenzioni la corsa ad armamenti sempre più sofisticati.

I progressi fatti durante la Seconda Guerra Mondiale, come quelli dell'elettronica e dei calcolatori, delle microonde e della tecnologia del freddo e del vuoto, negli anni Cinquanta stavano aprendo le porte a un nuovo cambiamento, questa volta in ambito sociale.

Il prezzo della tecnologia iniziava a essere alla portata di tutti e con essa anche l'istruzione e quindi i diritti sociali e civili, il che preparava la strada al boom economico.

Intanto, subito dopo la guerra, Fermi tornò a Chicago dove divenne professore di Fisica all'Università della città, oltre che collaboratore presso il nuovo Istituto di ricerche nucleari.



**Figura 10.1** – Nei laboratori del progetto Manhattan, le famiglie festeggiano la fine della guerra, il 14 agosto 1945 (fonte: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:War\\_Ends.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:War_Ends.jpg)).

Come lui, le migliaia di scienziati attivi nel progetto Manhattan tornarono ad affollare i campus universitari e gli istituti di ricerca, portando con loro un nuovo modo di lavorare:<sup>1</sup> matematici, fisici, chimici e ingegneri avevano imparato nell'enormità del progetto Manhattan a collaborare in gruppi estesissimi e multidisciplinari dove i progetti di ricerca sono più complessi e ambiziosi.

Dopo la guerra, gli scienziati potevano contare sul robusto appoggio finanziario dei governi e dell'industria, che si erano accorti dell'importante ruolo che la scienza poteva avere nel segnare il destino di un Paese. La scienza, in particolare la fisica, poteva crescere e diventare grande: stava nascendo la "Big Physics".

Fermi respirava a pieni polmoni quell'aria di rinnovamento, quando cominciò a collaborare alla costruzione di un grande acceleratore di particelle a Chicago. Probabilmente, esistevano ancora molte particelle

nell'universo subnucleare e la tentazione di studiarle era più forte di ogni altra cosa e, nonostante Fermi fosse uno dei più grandi esperti di neutroni al mondo, decise di cambiare l'oggetto della sua ricerca e concentrarsi sull'allora nascente "fisica nucleare delle alte energie". "Non è mai tardi per andar più oltre, non è mai tardi per tentar l'ignoto" ripeteva citando D'Annunzio<sup>2</sup> per giustificare il cambiamento delle sue ricerche. Con il nuovo acceleratore avrebbe potuto così studiare i misteri più nascosti del nucleo atomico che allora erano riassunti nell'interazione tra mesone e nucleone (cioè neutrone o protone).

Come Fermi, anche Segrè tornò nell'università dove lavorava prima della guerra, a Berkeley, in California, dove approfondì le ricerche sulle particelle elementari e sulla fisica nucleare. Questi studi lo portarono alla scoperta dell'antiprotone, una particella speculare al protone, che gli valse il premio Nobel nel 1959.

Fermi non smetteva di saziare la sua instancabile voglia di scoprire e quell'entusiasmo contagioso per ogni novità scientifica. "Un terzo, – aveva l'abitudine di rispondere a Emilio Segrè – solo un terzo è quello che ho dato alla scienza rispetto a quello che ancora ho in mente di fare."<sup>3</sup>

Con questo spirito, negli anni successivi si dedicò a molti problemi, dalla fisica delle alte energie all'astrofisica, proponendo modelli semplici ma rivoluzionari i cui risultati aprirono un nuovo capitolo della fisica teorica e sperimentale che riportò, per esempio, il concetto di "simmetria" al centro del dibattito della fisica fondamentale. Come ricorda un suo collega: "Fu lui la massima fonte di stimolo intellettuale. Era Enrico che partecipava a ogni seminario e con incredibile acume metteva alla prova criticamente ogni idea o scoperta nuova. Era Enrico che arrivava per primo al mattino e se ne andava per ultimo la sera, colmando ogni giornata della sua energia mentale e fisica."<sup>4</sup>

A Chicago, Fermi spese molto del suo tempo per formare studenti e giovani ricercatori e solo leggendo l'elenco dei premi Nobel vinti dai suoi allievi nel campo delle particelle potremmo farci un'idea dell'impatto che lo scienziato ebbe su tutta la fisica del dopoguerra: C.N. Yang e T.D. Lee (Nobel 1957), O. Chamberlain ed E. Segrè (Nobel 1959), J. Steinberger (Nobel 1988), J.I. Friedman (Nobel 1990).

Ma la scuola e gli insegnamenti di Fermi non stavano per dare i loro frutti solo negli Stati Uniti, anche in Italia, nonostante la situazione più difficile, la fisica stava per rinascere.

## Amaldi e la fisica in Italia

Edoardo Amaldi non era emigrato come gli altri, amava il suo Paese e aveva deciso di rimanere a Roma. È grazie a lui se in Italia si portò avanti la tradizione della fisica che aveva imparato dal suo maestro Enrico Fermi.

Dopo la guerra, viste le difficoltà strutturali delle università e le scarse risorse, Amaldi decise di ricominciare da esperimenti sui raggi cosmici, particelle provenienti dal Sole e da altre stelle che arrivavano sulla Terra, che richiedevano strumenti relativamente economici rispetto a quelli sempre più grandi e costosi che venivano costruiti negli Stati Uniti. Così Amaldi dipinge la situazione della fisica in Italia nel dopoguerra: “Alla fine della guerra la situazione si poteva così descrivere: la ricerca nel campo della fisica era sopravvissuta solo a Roma e a Milano; a Roma si era andata raccogliendo, a poco a poco, la maggior parte dei giovani fisici provenienti dalle diverse università alcune delle quali erano state gravemente danneggiate dalle operazioni di guerra. (...) Le attrezzature leggere sono in generale assai manchevoli; già povere prima della guerra si sono ulteriormente ridotte sia per l’usura normale sia per cause di guerra. La ricostituzione di tali attrezzature è un processo lento per la quasi impossibilità di acquistarle all’estero a causa del basso valore di cambio della lira.

Un sensibile miglioramento per quanto riguarda i materiali radiotecnici è stato provocato dalla distribuzione agli istituti scientifici di parte del surplus degli eserciti alleati (...).

Le attrezzature pesanti quasi non esistono (...) né per il momento è ragionevole pensare di costruire in Italia qualche macchina più grossa.

Le biblioteche degli istituti di fisica sono in generale rimaste allo stato in cui erano prima della guerra; anche queste incontrano grandi difficoltà, a causa del basso potere d’acquisto della lira, a rimettersi al corrente con le ormai numerose pubblicazioni apparse dal 1940 in poi. (...)

Vari istituti, in particolare quello di Roma, sono stati aiutati notevolmente anche da varie industrie e iniziative private.

In queste circostanze è chiaro che in Italia le ricerche di fisica debbano rivolgersi, almeno per i prossimi anni, a quei campi che richiedono un impiego di mezzi relativamente limitato, come per esempio lo studio della radiazione cosmica. È comunque piuttosto difficile poter dire oggi se nel prossimo avvenire le condizioni ambientali saranno tali da permettere o

meno in Italia un normale sviluppo della fisica, sia pure limitatamente a ben determinate direzioni.

Il pericolo maggiore e inevitabile derivante dalla situazione sopra esposta è soprattutto quello che continui l'emigrazione di fisici dall'Italia verso altri Paesi, in particolare verso gli Stati Uniti, ove sono attratti dalle ben maggiori possibilità di ricerca e dalle migliori condizioni di vita.”<sup>5</sup>

Enrico Fermi, Emilio Segrè, Giuseppe Occhialini e Bruno Rossi erano solo alcuni dei tanti fisici che erano stati costretti a lasciare il proprio Paese alla ricerca di luoghi dove esprimere il proprio talento. Aveva ragione Amaldi, non solo sull'emigrazione di fisici e scienziati (che continua ancora oggi) ma anche sul ruolo chiave che potevano assumere i raggi cosmici nella ricostruzione della fisica in Italia nel dopoguerra.

Tre suoi allievi, Marcello Conversi, Ettore Pancini e Oreste Piccioni, già durante la guerra, nascosti in una cantina per sfuggire ai tedeschi, iniziarono un esperimento proprio sui raggi cosmici che ebbe grande risonanza nel mondo scientifico. Queste esperienze fecero di fatto nascere la moderna “fisica delle particelle elementari” e la seconda generazione di fisici romani!

L'impegno di Amaldi negli anni successivi non si fermò però solo alla ricerca scientifica, ma giocò un ruolo fondamentale nell'istituzione dei grandi enti di ricerca che oggi ricoprono un ruolo chiave nel panorama della fisica nazionale e internazionale.

In Italia fu proprio grazie al suo contributo se, nel 1951, le ricerche sul nucleo svolte vent'anni prima in via Panisperna poterono estendersi su tutto il territorio nazionale grazie alla creazione dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e dei Laboratori Nazionali di Frascati.

In ambito internazionale ed europeo, invece, Amaldi fu attivista nel movimento di “Scienziati per il Disarmo” (premio Nobel per la pace 1995) ed ebbe un ruolo essenziale nella fondazione dell'Organizzazione Europea per la Ricerca Spaziale (oggi ESA) e soprattutto del Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare (CERN), di cui fu segretario generale per alcuni anni.

Grazie a questi centri di ricerca e agli acceleratori usati, la piccola famiglia delle particelle elementari, allora composta da protoni, neutroni, elettroni, positroni, neutrini, fotoni e mesotroni, oggi conta decine di altre particelle, e nel 2013, proprio al CERN, con un grosso contributo dell'INFN è stato finalmente trovato l'ultimo pezzo della famiglia: il bosone di Higgs.

## Il rifiuto di Rasetti

Che fine aveva fatto quel ragazzo snello che amava raccogliere fossili e insetti tra le montagne toscane? Durante la guerra, da pacifista convinto qual era, Rasetti si era rifugiato in un angolo sperduto del mondo, nella tranquilla e sconosciuta università canadese di Laval. Lì avrebbe potuto vivere lontano dal rumore dei cannoni europei e da quello dei calcolatori impazziti del progetto Manhattan, a cui aveva scelto di non collaborare. L'isolamento culturale dentro cui si era confinato era ripagato dalla libertà assoluta che aveva nelle ricerche da svolgere e soprattutto dal fatto che aveva il compito di fondare l'intero dipartimento di Fisica dell'università canadese.

Rasetti però, come racconta uno dei suoi studenti, Larkin Kervin, “non era un pacifista nel senso usuale del termine. Semplicemente considerava la guerra stupida e non voleva essere coinvolto in cose stupide.”<sup>6</sup> La scelta di non collaborare a ricerche di matrice bellica, che al tempo erano praticamente la grande maggioranza di quelle finanziate, lo aveva portato ad allontanarsi sempre di più da quelli che un tempo erano stati i suoi amici e colleghi, con cui aveva condiviso i sogni e le speranze della gioventù. Disillusione, senso di impotenza, amarezza, Rasetti non ha mezze parole per i fisici che, come i suoi amici di un tempo, avevano scelto di lavorare con i militari: “Non solo trovo mostruoso l'uso che si è fatto e si sta facendo delle applicazioni della fisica, ma per di più la situazione attuale rende impossibile rendere a questa scienza quel carattere libero e internazionale che aveva una volta e la rende soltanto un mezzo di oppressione politica e militare. Pare quasi impossibile che persone che una volta consideravo dotate di un senso della dignità umana si prestino a essere lo strumento di queste mostruose degenerazioni. Eppure è proprio così e sembra che neppure se ne accorgano. Tra tutti gli spettacoli disgustosi di questi tempi ce ne sono pochi che eguagliano quello dei fisici che lavorano nei laboratori sotto sorveglianza militare per preparare mezzi più violenti di distruzione per la prossima guerra.”<sup>7</sup>

Alcune domande tormentavano Franco Rasetti in quegli anni: dopo quello che era successo, poteva ancora esistere una fisica libera e pacifica? Si poteva continuare a studiare la natura per il semplice gusto di conoscere e per il solo progresso dell'uomo? Quale doveva essere il ruolo dello scienziato in relazione al progresso tecnologico? Come si poteva essere

sicuri che quelle scoperte prima o poi non venissero applicate contro l'uomo stesso?

Rasetti si poneva queste domande di continuo, anche nelle terre solitarie del Canada, immerso nella natura più selvaggia: il vento gli carezzava la faccia come quel giorno sulle Apuane tanti anni prima, quando con il suo amico Enrico aveva deciso di lasciare Ingegneria per passare a studiare Fisica. Questa volta, però, il vento era gelido, si trovava da solo e il paesaggio non era più familiare come quello delle montagne toscane.

Alla fine decise di mollare tutto, abbandonando la fisica, alla quale aveva dedicato le sue migliori forze e nella quale aveva trovato i migliori amici. Si sarebbe dedicato alla sua altra grande passione: gli insetti, i fiori ma soprattutto i fossili, così come conferma questa lettera spedita all'amico Enrico Persico: "Per fortuna mi sono interessato alla geologia, scienza pacifica e ancora libera dagli interessi politici, e in particolare alla paleontologia. Ho avuto la fortuna di capitare in una regione fertilissima di fossili, e ho passato le estati a girare i dintorni per un raggio di 800 km rovistando tutti i sassi. Ho ridotto tonnellate di roccia letteralmente in briciole. (...) Il risultato è che in tre anni ho pubblicato quanto molti paleontologi fanno in tutta la loro esistenza, e ho acquistato grande reputazione come uno dei due o tre primi specialisti d'America sulle faune del Cambriano."<sup>8</sup>

Per Rasetti, studiare i fossili non significava solo praticare una scienza libera e pacifica, così come non era solo un modo per assecondare i propri interessi e attitudini. Quel "frantumare i sassi era anche una metafora della sua rabbia e quella scelta mostrava il chiaro rifiuto per il nuovo modo di fare ricerca, non libero, cadenzato da ritmi frenetici e con forti rapporti con il potere e quindi con il mercato. Rasetti era scettico verso la nascente 'Big Physics' e ormai, da affermato paleontologo, dichiarò nel 1966: 'Oggi qualcosa si è guadagnato, ma molto si è perso. La ricerca si svolge in condizioni di pressione estrema: ci sono così tante persone che lavorano sullo stesso problema che non ci si può permettere di rilassarsi. Se stai lavorando su qualcosa su cui lavorano simultaneamente altri dieci gruppi e ti prendi una settimana di vacanza, gli altri ti battono sul tempo e pubblicano prima. È una corsa disperata. Ai vecchi tempi, con Fermi, il lavoro che stavamo facendo era certamente tra le cose più importanti che si facessero in fisica in quel momento, non importa dove. Ciononostante,



quando arrivava luglio, andavamo in vacanza. Per questo faccio il paleontologo.’”<sup>9</sup>

## La scelta di Pontecorvo

È il 27 ottobre 1950. A giudicare dalla nebbia che avvolge le campagne inglesi vicino a Oxford sembrerebbe l’inizio di una giornata come tante altre. È mattino presto e ad Harwell le mucche pascolano tranquille attorno al Centro per le Ricerche Nucleari. Con una nebbia così, si intravede a mala pena la sagoma degli edifici del centro di ricerca, ma si sentono chiaramente delle voci, un parlare e un tono insolito e concitato, raro da quelle parti. Lentamente, l’avanzare del giorno dissolve un po’ quella nebbia densa e si iniziano a distinguere delle sagome, persone in uniforme, macchine della polizia, la cravatta dell’ispettore e i taccuini di qualche giornalista.

Da molte ore è sparito uno scienziato del centro, esperto di fisica nucleare che ha partecipato a studi strategici e riservati per il governo inglese. Quello scienziato è ora ricercato dalla polizia di quattro nazioni: ha cittadinanza britannica, ha lasciato la macchina a Roma volando su Stoccolma e poi su Helsinki e da allora di lui si è persa ogni traccia.<sup>10</sup> Quel ricercato ha 36 anni e risponde al nome di Bruno Pontecorvo.

Il caso dello scienziato italiano desta ancora più clamore, visti i precedenti di qualche mese prima, quando alcune confessioni scottanti avevano fatto tremare i vertici della sicurezza nazionale inglese. Il giovane fisico tedesco Klaus Fuchs, che lavorava proprio al centro ricerche nucleari di Harwell, dopo lunghi interrogatori aveva ammesso di aver passato informazioni sui segreti della produzione della bomba atomica inglese ai Sovietici. La guerra fredda era cominciata e la caccia alle streghe anche.

Pontecorvo, già durante la guerra, non aveva avuto vita facile: era prima fuggito negli Stati Uniti dove il fatto che fosse italiano lo rendeva un *enemy alien*, uno “straniero nemico”, di cui andavano controllati gli spostamenti e la comunicazione, e poco importava se in quanto ebreo fosse stato respinto dal regime fascista.

Dall’immediato dopoguerra, negli Stati Uniti e in Gran Bretagna, i servizi segreti iniziarono a controllare i movimenti di tutte le persone con incarichi di particolare importanza, specie se comunisti, ancor di più se

fisici. La corsa agli armamenti era iniziata, i Russi erano in netto ritardo negli studi nucleari e l'unico modo per colmare il divario era utilizzare lo spionaggio. I fisici, in questo scenario, giocavano un ruolo fondamentale e molti di loro furono messi sotto sorveglianza, cosa che sconvolse non solo le loro vite, ma anche quelle delle loro famiglie.

Pontecorvo era tra questi scienziati. Ma bastava questo fatto per decidere di scomparire?

Un altro fatto pesava sulla sua scomparsa:<sup>11</sup> il gruppo di via Panisperna, proprio nel 1950, aveva aperto una causa contro il governo americano, per farsi riconoscere economicamente l'utilizzo delle tecniche per il rallentamento dei neutroni, da loro brevettate subito dopo la scoperta. Le conoscenze sui neutroni lenti, infatti, erano state fondamentali per gli sviluppi del progetto Manhattan e di tante altre importanti ricerche ma, fino ad allora, il gruppo di via Panisperna non aveva ricevuto alcun compenso per l'uso delle tecniche protette da quel brevetto. In un contenzioso come quello, in cui c'erano in gioco molti soldi ma soprattutto molte ricerche ancora coperte da segreto militare, non è difficile immaginare come si sentisse Pontecorvo, che temeva che il processo peggiorasse una situazione già difficile, tra pedinamenti, sospetti e continui interrogatori. In un contesto del genere erano impossibili un lavoro gratificante e una vita tranquilla e forse anche per questo Pontecorvo decise di scappare in Russia dove magari si sarebbe sentito più tranquillo. Sparì senza dire nulla e, nonostante i sospetti che fosse fuggito in Russia, non si seppe niente di lui. Come racconta il fratello, famoso regista: "Non ha detto una parola a nessuno. Era molto scientifico e sapeva che se nessuno sapeva, tutti erano più tranquilli. Io, che ero il più legato a lui tra tutti i fratelli (siamo in otto), avrei giurato che era andato lì, però non lo sapevo!"<sup>12</sup>

Della scomparsa di Pontecorvo si tacque per 5 anni, cosa che faceva comodo un po' a tutti, in particolare alla Gran Bretagna che non voleva farsi accusare dagli alleati di aver lasciato fuggire una possibile spia. In Italia, anche il Partito Comunista Italiano, che probabilmente gli aveva offerto appoggio e protezione, non volle essere coinvolto in quella vicenda complessa.

Pontecorvo, come si scoprirà più tardi, si trasferì in Unione Sovietica nella città di Dubna, dove risiedeva l'aristocrazia della fisica sovietica. Nemmeno lì, però, aveva avuto una vita facile: appena sbarcato sul territorio sovietico venne privato della sua identità e gli fu assegnato il

nome di Bruno Maximovic. Tutta la sua famiglia veniva fatta seguire in ogni istante da una guardia del corpo che informava le autorità su ogni loro movimento.

Solo per il semplice fatto di essere un fisico a conoscenza dei segreti del nucleo, era condannato a questa vita fatta di pedinamenti e vagabondaggi di paese in paese e di città in città. Nel comunismo, però, Pontecorvo aveva riposto le speranze della gioventù: “Ora può sembrare inspiegabile, incredibile, ma ci ho creduto”, dirà tanti anni dopo con amarezza, sulla sua scelta di andare in Unione Sovietica.<sup>13</sup> Nonostante queste difficoltà, grazie a quel sogno giovanile e alla sua passione per la scienza, in Unione Sovietica svolse ricerche importantissime sui neutrini che ebbero profonde ripercussioni in tutta la fisica.

Un suo collega, commentando l'importanza delle sue scoperte, disse: “Sinceramente, parlando meritava non uno ma almeno tre premi Nobel: innanzitutto perché è stato lui a scoprire il neutrino, poi perché è stato il primo a capire come distinguere due tipi di neutrini in base al muone e all'elettrone, e infine perché è stato lui a intuire con grande anticipo l'oscillazione del neutrino. Due di questi Nobel sono stati già assegnati, ma il lavoro di Bruno è stato un po' snobbato, forse perché gli Americani hanno un grande peso nell'Accademia delle scienze svedese.”<sup>14</sup>

Pontecorvo rimase in Russia per la maggior parte della sua vita. La storia dell'Unione Sovietica fece il suo corso e quella dei regimi comunisti anche, nel silenzio dei vinti e nell'amarezza di chi, come lui, ci aveva creduto davvero.

“Sei pentito di aver fatto quella scelta, quarant'anni fa?” Gli chiese una giornalista italiana negli ultimi anni della sua vita, terminata la Guerra Fredda. Lo scienziato sospirò un poco e aspettò a rispondere, poi disse semplicemente: “Ci ho pensato molto, a questa domanda. Puoi immaginare quanto ci ho pensato. Ma non riesco a dare una risposta.”<sup>15</sup>

## **Il mistero di Ettore Majorana**

Nelle ventose giornate d'autunno, Amaldi amava passeggiare lungo il litorale romano e, cullato dal rumore delle onde, si perdeva nei suoi pensieri. Dall'altra parte del mondo, sulle spiagge californiane, Segrè guardava il sole tuffarsi nell'Oceano, diventava pensieroso e rimaneva in

silenzio. Fermi a Chicago, e Rasetti in Canada, dall'alto delle loro montagne fissavano l'orizzonte lontano, provando a scrutare un pezzo di mare o qualche freddo lago di alta quota. Anche Pontecorvo si fermava a pensare, camminando lungo la Senna per le strade di Parigi o attorno ai laghi nei parchi di Oxford.

Molto probabilmente, negli ultimi anni della loro vita, dopo che erano stati risolti i misteri più nascosti dell'atomo e molti dubbi della loro vita avevano trovato una risposta, tutti i componenti della banda di via Panisperna avevano un pensiero che ancora non riuscivano a mettere a fuoco: che fine aveva fatto Ettore Majorana?

Una delle ultime notizie risale alla sera del 25 marzo 1938, quando lo scienziato siciliano lasciò l'albergo di Napoli dove alloggiava scrivendo una lettera all'amico e collega Antonio Carelli: "Caro Carrelli, ho preso una decisione che era ormai inevitabile. Non vi è in essa un solo granello di egoismo, ma mi rendo conto delle noie che la mia improvvisa scomparsa potrà procurare a te e agli studenti. Anche per questo ti prego di perdonarmi, ma soprattutto per aver deluso tutta la fiducia, la sincera amicizia e la simpatia che mi hai dimostrato in questi mesi. Ti prego anche di ricordarmi a coloro che ho imparato a conoscere e ad apprezzare nel tuo Istituto, particolarmente a Sciuti; dei quali tutti conserverò un caro ricordo almeno fino alle undici di questa sera, e possibilmente anche dopo."<sup>16</sup>

Molto probabilmente poi Majorana si imbarcò su un traghetto per Palermo da dove scrisse ancora una lettera all'amico, tranquillizzandolo e rassicurandolo che gli avrebbe mandato ulteriori informazioni, che però non arriveranno mai. Majorana, infatti, scomparirà per sempre, senza dare più notizie di sé. Dalle ultime parole scritte all'amico da Napoli sembra che stesse pensando a un suicidio. Fin dai tempi di via Panisperna, in età giovanissima, Majorana era apparso come una persona controversa e pessimista, intenta a cercare nella fisica una ragione delle cose, ma senza trovare pace per se stesso. Spesso si incupiva e questo lo rendeva ancora meno motivato nelle cose, fino a raggiungere il limite del nichilismo.

In una lettera all'amico Gastone Piqué scriveva: "Devi sapere che mi sono dato al più scientifico dei passatempi: non faccio niente e il tempo passa lo stesso. Veramente mi sto occupando di una quantità incredibile di cose, ma, trattandosi di vili fatti del pensiero e non di fatti empirici, bisogna farci la tara (...). Io sono stato fin dalla nascita un genio ostinatamente immaturo; il tempo e la paglia non sono serviti a nulla e non serviranno

mai, e la natura non vorrà essere così maligna da farmi morire immaturamente d'arteriosclerosi.”<sup>17</sup>

Majorana aveva un talento speciale e un'intelligenza logico-matematica rarissima, che però lo rendevano cupo, inquieto, portandolo a momenti di pessimismo insopportabili.

Ma bastò questo a indurlo al suicidio?

Queste domande, ancora oggi misteriose, si perdono nei vicoli rumorosi di Napoli dove Majorana passeggiava in solitudine prima della sua scomparsa e svaniscono nella ricerca affannosa di una risposta nell'ambito familiare o tra gli amici.

Scomparve, ma prima di farlo ritirò in banca un'ingente quantità di denaro e portò con sé i documenti. Nessuno ritrovò mai il suo corpo, nessuno riuscì ad avere notizie certe della sua misteriosa sparizione, anche se le ipotesi sono molte.

Nel 1938 vennero coinvolte le cariche più alte del governo fascista per la sua ricerca: l'Italia non poteva farsi sfuggire un genio del calibro di Majorana, che secondo alcuni zelanti fascisti era stato vittima di un complotto, come si legge in un fascicolo segreto della polizia politica: “Sempre a proposito di movimenti contro gli interessi italiani si prospetta in qualche ambiente, che la scomparsa del Majorana, uomo di grandissimo valore nel campo fisico e specialmente del radio, l'unico che poteva seguire gli studi di Marconi, nell'interesse della difesa nazionale sia vittima di qualche oscuro complotto, per levarlo dalla circolazione.”<sup>18</sup>

Per anni, invece, la famiglia e i colleghi cercarono nei monasteri, luoghi isolati e silenziosi dove Majorana avrebbe forse potuto trovare la pace che cercava e dove sembra avesse bussato i giorni prima di scomparire. Anche in questo caso vennero coinvolte nelle ricerca le più alte cariche religiose e setacciati i tutti conventi italiani, in particolare quelli gesuiti, di cui Majorana aveva fatto esperienza durante la sua infanzia. Di lui, però, nessuna traccia.

Tra i tanti indizi, c'era chi sosteneva di averlo visto viandante per le strade della Sicilia, dove un barbone, un certo Tommaso Lipari, dimostrava straordinarie doti matematiche, come Majorana aveva una cicatrice sulla mano destra e recava sul suo bastone l'incisione “5 agosto 1906”, ovvero la data di nascita del fisico scomparso.

Alcuni sorprendenti indizi hanno recentemente portato ancora più lontano,<sup>19</sup> nelle terre del sud America, nelle pianure argentine, di cui

Majorana era rimasto affascinato dai racconti di amici e colleghi. Forse in Argentina avrebbe potuto dedicarsi, lontano dalla guerra e da una madre oppressiva, alla sua filosofia e allo studio pacifico della fisica fondamentale.

Nessuno fino a ora sembra però aver risolto il mistero della sua scomparsa ed eventualmente della sua morte. Se il Majorana uomo rimane avvolto nel mistero e la sua esistenza sembra legata, quasi in modo emblematico, agli stessi principi di indeterminazione e incertezza che sono alla base della meccanica quantistica da lui mirabilmente studiati, il Majorana fisico vive ogni giorno, nelle idee, nelle equazioni, nei suoi calcoli di cui ancora molti aspettano una conferma sperimentale.

## **E vissero tutti felici e contenti?**

Molte storie hanno un finale eccezionale, spesso lieto, per tranquillizzare il lettore e chiudersi con un bel “e vissero tutti felici e contenti”.

Quella dei ragazzi di via Panisperna, invece, è una storia che finisce senza effetti speciali e senza grandi clamori, sfilacciandosi e lasciandoci in bocca un sapore dolce-amaro. In questa storia, le ambizioni e le passioni più belle di un gruppo di amici e giovani scienziati italiani si sono trasformate in vittorie e premi importanti, ma anche in forti delusioni e grandi crisi di identità, ripensamenti e rifiuti.

Abbiamo visto formarsi un gruppo di lavoro incredibile, per poi gioire e soffrire fino a disperdersi sotto i colpi del destino.

Alla fine, forse, questa è una storia di ragazzi che diventano uomini, prima ancora che di scienziati, in cui possiamo riconoscerci tutti. Una storia in cui venti buoni e venti cattivi, passioni e spirito di squadra hanno prodotto l'intrecciarsi di una delle vicende scientifiche più importanti del nostro Paese, che è giusto ricordare e prendere come esempio.

---

1. L.M. Brown, M. Dresden, L. Hoddeson, *Pions to quarks: particle physics in the 1950s*, Cambridge University Press, Cambridge 1989.

2. Emilio Segrè, Enrico Fermi, fisico, Zanichelli, Bologna 1971.

3. Enrico Fermi, *Collected Papers, Note e Memorie, Of Enrico Fermi*, Literary Licensing, LLC, 2011.

4. S.K. Allison, “Enrico Fermi 1901-1954,” *Physics Today*, n. 8, 1955.

5. Edoardo Amaldi, *Da via Panisperna all’America*, a cura di G. Battimelli, M. De Maria, con una premessa di U. Amaldi, Editori Riuniti, Roma 1997.

6. Valeria del Gamba, *Il ragazzo di via Panisperna. L'avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, Bollati Boringhieri, Torino 2007.
7. Edoardo Amaldi, *Da via Panisperna all'America*, a cura di G. Battimelli, M. De Maria, con una premessa di U. Amaldi, Editori Riuniti, Roma 1997.
8. F. Rasetti da Québec a E. Persico, a Torino, 6 aprile 1946, *ivi*.
9. T. Nason, "A Man for All Science", *John Hopkins Magazine*, 17 (1966).
10. Simone Turchetti, *Il caso Pontecorvo. Fisica nucleare, polizia e servizi di sicurezza nella guerra fredda*, Sironi, Milano 2007.
11. *Ivi*.
12. "Le campane del Cremlino – Il caso Pontecorvo", documentario Rai per il ciclo *La storia siamo noi*, 2007.
13. Miriam Mafai, *Il lungo freddo. Storia di Bruno Pontecorvo, lo scienziato che scelse l'URSS*, Rizzoli, Milano 2012.
14. Intervista a Semion Gherhstein in "Le campane del Cremlino – Il caso Pontecorvo", *La storia siamo noi*, Rai 2007.
15. Miriam Mafai, *Il lungo freddo. Storia di Bruno Pontecorvo, lo scienziato che scelse l'URSS*, Rizzoli, Milano 2012.
16. Erasmo Recami, *Il caso Majorana*, Di Renzo Editore, Roma 2011.
17. *Ivi*.
18. Nota contenuta in un fascicolo della Polizia Politica, 6 agosto 1938, da: Salvatore Esposito, *La cattedra vacante. Ettore Majorana: ingegno e misteri*, Liguori, Napoli 2009.
19. Erasmo Recami, *Il caso Majorana*, Di Renzo Editore, Roma 2011.

## Capitolo 11

# LA VITA A LOS ALAMOS

*I militari avevano anche provato a far indossare la divisa agli scienziati, ma questo non aveva funzionato e Oppenheimer continuava a passeggiare con il suo largo cappello a falde.*

Roy Glauber

## **Il racconto di un testimone speciale: Roy Glauber<sup>1</sup>**

È una strana mattina di fine giugno a Barcellona. Anche se c'è il sole alto, quest'anno l'estate sembra non volere arrivare. L'aria è ancora fresca, il vento è leggero e come sempre il mare porta l'odore della salsedine tra le vie e le piazze. I turisti camminano con lentezza guardandosi intorno, perdendo i loro sguardi tra i palazzi della città. Gli impiegati, invece, si muovono veloci, nemmeno un attimo per godersi quel sole, e subito devono scappare in ufficio o alle loro cose.

Io, giovane fisico, oggi sono un po' come loro. Sono un po' teso: devo incontrare un signore davvero speciale, che ha vissuto di persona tanti degli eventi narrati nelle pagine contenute nel libro che tenete in mano.

Con un po' di coraggio e di fortuna, ho preso appuntamento con lui il giorno prima, quando è venuto nell'istituto dove lavoro per collaborare con un altro professore di fisica teorica.

Sono le 10 precise e sono davanti al suo ufficio, come da accordi. Sono emozionato, sto per conoscere un premio Nobel e lo sto per intervistare.



Arrivo davanti al suo studio, mi fermo un attimo, poi mi faccio coraggio e busso.

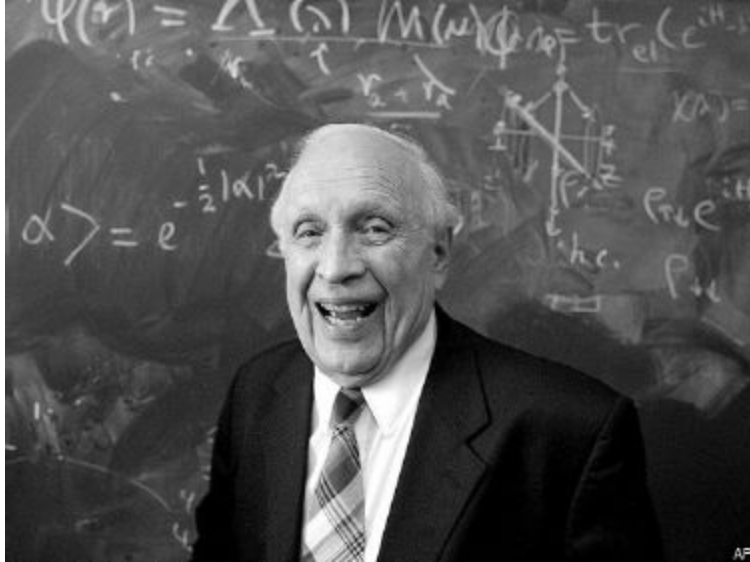
La porta si apre con una lentezza inaudita e, a poco a poco, spunta un volto simpatico, segnato dalle rughe e con due occhi chiari che accendono uno sguardo ancora incuriosito. Ho davanti a me Roy Glauber, fisico, 88 anni, premio Nobel nel 2005.

Molto probabilmente, come succederebbe per molti grandi scienziati contemporanei, a incontrarlo per strada, né un turista tranquillo né un impiegato frettoloso indovinerrebbero che dietro quell'anziano signore si nasconde uno degli scienziati più importanti del nostro tempo. Forse nemmeno voi sapete bene chi è la persona che ho davanti, permettetemi dunque di presentarvela.

Roy Glauber, nato a New York nel 1925, ha cominciato a lavorare giovanissimo con i più grandi fisici del tempo durante il progetto Manhattan. Una volta laureato, ha svolto importanti ricerche sulle proprietà quantistiche della luce e a lui si deve la formalizzazione di gran parte della fisica che spiega il funzionamento di un laser. La sua carriera è costellata di grandi risultati scientifici, il premio Nobel è lì per dimostrarlo. Insomma, sono seduto davanti a un gigante della fisica, sono teso e di tutto il discorso che avevo preparato ricordo solo qualche frase. Subito però mi riprendo, gli racconto del libro su Fermi e sui ragazzi di via Panisperna e gli chiedo di raccontarmi della sua partecipazione al progetto Manhattan e dei suoi incontri con Fermi.

Mi scruta, sorride, respira, guarda fuori dalla finestra e comincia a raccontare.<sup>2</sup>

“Era il 1943, i tedeschi stavano vincendo la guerra, gli Stati Uniti ci erano entrati da poco e molti dei miei amici erano già stati arruolati nell'esercito per venire a combattere qui in Europa. Io avevo 18 anni, studiavo ad Harvard e da poco avevo cominciato a seguire dei corsi avanzati di fisica.



**Figura 11.1** – Il premio Nobel per la fisica Roy Glauber (fonte: <http://i.huffpost.com/gen/157955/thumbs/r-ROY-GLAUBER-NOBEL-STOLEN-large570.jpg>).

Da quando gli Stati Uniti erano entrati in guerra, ad Harvard stavano cominciando a succedere cose strane. Di molti professori si erano perse le tracce, non tenevano più lezione e molti corsi risultavano scoperti. Alcuni di questi si erano addirittura portati via molti sofisticati strumenti di laboratorio. Mi ricordo che un giorno, al campus, arrivano degli uomini in divisa, impacchettano il nostro sincrotrone, una specie di acceleratore di particelle, e lo portano via, senza che nessuno dicesse nulla.”

*E poi che è successo?*

“Era un giorno come tanti altri, ero a lezione e, al termine di questa, mi si avvicinano due signori distinti con un vestito scuro che non mi sembrava di aver visto prima. ‘Lei è il signor Roy Glauber?’, Mi domanda uno a voce bassa. ‘Sì’ gli rispondo, pensando che avessero visto la mia foto e il mio nome nei quadri degli studenti che si espongono nelle università americane. Subito dopo, invece, mi invitano a entrare in un’aula buia e polverosa che veniva utilizzata come magazzino. Ero un po’ in ansia, soprattutto quando questi cominciarono a parlare come se sapessero tutto di me. Non capivo cosa stesse succedendo e aspettavo di sentire cosa volevano davvero da me. E finalmente capii perché erano lì: ‘Lei è stato selezionato per un progetto di grande importanza per il Paese. È un compito di massima segretezza, nel quale può trovare stimoli intellettuali e crescita professionale.’”

Non aggiunsero altro. Naturalmente non potevano dirmi dove sarei stato trasferito, ma indovinai che era l'Ovest il luogo verso cui sarei partito nel giro di un paio di settimane.

Avevo solo 18 anni, erano tante le cose che con incoscienza ignoravo allora, ma di due cose ero sicuro: che volevo continuare a studiare fisica e che quelli dell'esercito molto spesso riescono a mettere le persone sbagliate al posto sbagliato e che, quindi, prima o poi, che mi piacesse o no, avrebbero chiamato anche me per andare a combattere in Europa. Forse, dunque, era meglio collaborare con loro. Forse avrei evitato il fronte e la guerra in Europa.

Così decisi di accettare e circa due settimane dopo ero pronto per partire. Con me avevo solo una valigia e un biglietto del treno per il New Mexico, destinazione Santa Fe.”

*Un treno con destinazione Santa Fe sa molto di Far West...*

“Infatti lo era. Arrivai a Santa Fe in una giornata di settembre. Lì c'era un uomo ad aspettarmi, che mi disse che avrei dovuto proseguire il mio viaggio di altre 15 miglia. Arrivai così nella piccola stazione di Lamy. Il vento alzava la sabbia dei canyon lì vicino e sui binari c'erano due uomini che mi aspettavano. Uno era vestito da cowboy, l'altro aveva invece un cappotto lungo e un cappello. Entrammo in macchina, loro parlavano poco con me ed erano assorti in una conversazione delirante. ‘Le linee dei mondi si toccano e la massa non è conservata’ disse il cowboy. Io rimasi in silenzio, non avevo la più pallida idea di chi fosse quel cowboy, cosa ne sapeva di relatività generale e soprattutto perché un cowboy parlava di linea dei mondi. ‘Beh, puoi sempre aggiungere una sorgente di massa’, gli rispose l'uomo col cappello. Quella conversazione andò avanti fino a quando non arrivammo a Los Alamos. In quel momento ebbi la chiara sensazione che stessi entrando in un mondo parallelo.”

*Era entrato nel paese degli scienziati dove si parlava un'altra lingua?*

“Sì. In realtà ho poi scoperto che quel cowboy era un fisico, un certo Cohen, e che quel signore col cappotto lungo era, niente di meno che John von Neumann, uno dei matematici più grandi e importanti del tempo, e uno dei maggiori responsabili del progetto Manhattan. Solo allora capii che la conversazione delirante che avevo ascoltato in macchina non era uno

scherzo, ma lavoro, e si riferiva a complicatissime ricerche e calcoli che i due stavano facendo in quei giorni. A quel tempo, infatti, non esistevano ancora i computer, e le calcolatrici non aiutavano molto. Si faceva tutto a mano e a mente, ma quella volta i risultati che i due scienziati avevano trovato erano cose assurde, e i due avevano scelto di dirselo in codice, per essere sicuri che non li avrei capiti, anche se, molto probabilmente, non ci sarei riuscito in ogni caso.”

*A parte la lingua astrusa, come si viveva a Los Alamos?*

“La vita a Los Alamos era piuttosto noiosa. Non succedeva mai niente ed era abbastanza difficile muoversi da lì. Tre volte alla settimana venivano proiettati dei film nella palestra della scuola a cui potevi assistere per 15 cent. Se te li perdevi, perché impegnato in qualche ricerca, potevi sempre vederli nel cinema più piccolo del commissariato per 5 cent. Eravamo circondati da una natura meravigliosa di cui godevamo nelle escursioni durante i fine settimana. Le condizioni di vita in complesso erano abbastanza vantaggiose, non dovevamo preoccuparci del cibo, di pagare l'affitto, il carburante e delle cose che in tempo di guerra è più difficile reperire: l'esercito provvedeva per noi a tutto questo.

Tutto era molto controllato. Quando volevi potevi andare a Santa Fe, però nessuno al di fuori sapeva cosa stessimo facendo in quei laboratori e a noi era stato imposto di non parlarne con nessuno. La posta in arrivo, prima di esserci recapitata, era controllata dai militari e dovevamo lasciare aperte le lettere che spedivamo in modo che potessero essere controllate e poi richiuse senza insospettire chi le riceveva.”

*Come era cominciato il progetto?*

“Nel 1934, Fermi e i suoi ragazzi avevano realizzato a Roma la prima fissione nucleare artificiale di un nucleo di uranio senza averne consapevolezza, pensavano infatti di avere prodotto nuovi elementi chimici. Ida Noddack, in Germania, non era convinta della spiegazione che Fermi diede al suo esperimento e propose l'idea che stesse producendo frammenti dello stesso elemento. La sua idea venne formalizzata da Lise Meitner e da suo nipote Otto Frisch, e successivamente provata sperimentalmente da Otto Hahn e Fritz Strassmann nel 1938.

Insomma, tra gli scienziati stava iniziando a prendere piede l'idea di poter utilizzare questo processo per una reazione a catena, e gli Stati Uniti iniziarono a investire in questo progetto. Dopo la cerimonia del Nobel, Enrico Fermi si trasferì a Chicago dove iniziò a lavorare alla pila atomica. Intanto scoppiò la guerra, la Germania sembrava invincibile e molti scienziati tedeschi, perseguitati dal regime nazista, fuggirono negli Stati Uniti. Tra di loro vi erano Leo Szilard e Edward Teller che convinsero Einstein, pacifista e di grande influenza, a scrivere una lettera a Roosevelt in cui metteva in guardia il presidente che i tedeschi erano a conoscenza della reazione nucleare a catena e che dunque avrebbero potuto utilizzarla per fini bellici. Per questo motivo la comunità scientifica internazionale, capeggiata dallo stesso Einstein, riteneva che sarebbe stato opportuno che anche gli Stati Uniti avviassero un progetto per studiare in dettaglio la reazione e le sue applicazioni. Così ebbe inizio il progetto Manhattan. Era il 1939 e venne finanziato con 6.000 dollari.”

*Da soli 6.000 dollari fino a 130.000 persone coinvolte?*

“Sì, il progetto crebbe tantissimo durante la guerra, vennero creati tantissimi laboratori in tutti gli Stati Uniti e il numero di scienziati e tecnici coinvolti aumentò fino a raggiungere le 130.000 persone. Il progetto assorbiva una grande quantità di risorse finanziarie e intellettuali e con il tempo diventò uno degli obiettivi prioritari del governo e del Paese.”

*Come mai un fisico fu messo a capo di un progetto così importante? Non succede quasi mai.*

“In realtà, i responsabili del progetto erano due, il generale Leslie Groves che gestiva i rapporti con la politica e con l'esercito, e il fisico Robert Oppenheimer, che si occupava della parte scientifica. Erano come i due volti di una stessa persona, li si vedeva spesso passeggiare insieme per Los Alamos e raccontarsi l'avanzamento dei lavori, uno in divisa, l'altro con il suo largo cappello a falde e l'immane sigaretta in bocca. All'inizio del progetto i militari avevano anche provato a far indossare la divisa agli scienziati, ma questo non aveva funzionato e Oppenheimer continuava a passeggiare con il suo largo cappello a falde.”

*Appena arrivato, sapeva su cosa si lavorava a Los Alamos?*

“Non esattamente. Sapevo che nel 1938 il nucleo di uranio era stato separato grazie al bombardamento con neutroni e che si era osservato che la separazione generava altri neutroni e che quindi poteva essere utilizzata per una reazione a catena. Se questa fosse stata abbastanza veloce sarebbe stato possibile creare una bomba. Quello che non sapevo, però, è che la reazione a catena era stata già realizzata in segreto da Fermi a Chicago l’anno prima, e che ora l’obiettivo era crearne una abbastanza veloce ed esplosiva in modo da generare una bomba. Scoprire questo, per me, così come per la maggior parte degli scienziati nella mia stessa situazione, fu un vero e proprio choc.”

*Però ha deciso di rimanere...*

“Certo, per quel che sapevamo, i nazisti stavano vincendo la guerra. Avevamo visto i bombardamenti sull’Inghilterra e le persecuzioni razziali. Erano poche le informazioni che arrivavano sullo stato delle loro ricerche nucleari, al tempo, però, lo stato della fisica tedesca era molto avanzato. I nazisti sapevano dell’importanza della reazione a catena e stavano probabilmente lavorando sulla stessa cosa. E se l’avessero realizzata prima di noi forse non avrebbero esitato a utilizzarla.”

*A Los Alamos c’erano tutti i big del tempo. Che ricordi ne ha?*

“Sì, e anche quelli che lo sarebbero diventati. Richard Feynman, per esempio, lo incontravo spesso in mensa, aveva appena finito il dottorato a Princeton e oltre a essere uno straordinario talento in fisica era un grande intrattenitore. Suonava, raccontava barzellette simpaticissime e cercava sempre una soluzione originale alle cose. Era un disonore, per lui, fare le cose in maniera normale come avrebbero fatto gli altri. Non sopportava che quelli della sorveglianza leggessero le sue lettere. Dunque, scriveva in codice e li prendeva in giro, allegando insieme alle lettere anche la chiave di codifica. Ma neanche così quelli della sorveglianza riuscivano a capire cosa scriveva. Feynman era solito guardare la gente aprire i lucchetti a combinazione e poi, non so come, era particolarmente bravo a riaprirli, lasciando all’interno degli armadietti dei biglietti: ‘Feynman è stato qui.’

Poi c’era Niels Bohr, già talmente famoso che nel centro usava lo pseudonimo di Nikolas Backer. Non riusciva a separarsi dalla sua pipa che teneva in bocca anche mentre parlava, diventando del tutto incomprensibile.

E poi, naturalmente, c'era Fermi con il suo allievo Segrè, il quale, intanto, aveva iniziato a dirigere un gruppo tutto suo, dando un contributo essenziale nell'ipotesi di utilizzare il plutonio per facilitare la fissione. La presenza costante di Fermi a Los Alamos iniziò soltanto nel 1944, quando il progetto era nelle sue fasi finali. Era membro del consiglio direttivo, anche se non aveva alcun particolare incarico scientifico. Come anche von Neumann, il suo ruolo era quello di risolvere problemi che erano al di sopra delle possibilità degli altri scienziati.

Fermi era paziente con i fisici più giovani e aveva la grande capacità di avere sempre sotto controllo i problemi in maniera intuitiva. Il 16 luglio del 1945, per esempio, venne fatta la prima esplosione nucleare nel deserto di Alamogordo, il cosiddetto test Trinity. L'esplosione fu fortissima e spaventosa. Fermi la seguiva a 30 chilometri di distanza sdraiato per terra e, proprio durante l'esplosione, si alzò in piedi e cominciò a tirare in aria tanti piccoli pezzi di carta. Aveva appena escogitato un semplice esperimento per misurare l'energia dell'esplosione. L'onda d'urto dell'esplosione avrebbe creato uno spostamento d'aria che avrebbe allontanato quei pezzi di carta: in base allo spostamento, e grazie a calcoli che aveva fatto precedentemente, avrebbe avuto immediatamente un'idea dell'energia dell'esplosione. Ovviamente, qualche giorno dopo vennero diffusi i risultati ufficiali, ma Fermi aveva già avuto una sua stima personale qualche minuto dopo il test. Geniale!”

*Al test Trinity seguì, qualche settimana dopo, l'utilizzo della bomba su Hiroshima e poi su Nagasaki. La domanda spontanea è quale debba essere il ruolo degli scienziati in questi casi.*

“I fatti di Hiroshima e Nagasaki sono stati episodi orribili. In quei giorni eravamo in guerra e le informazioni che arrivavano a Los Alamos erano parziali e forse anche distorte. Durante la guerra, comunque, non c'era grande disaccordo tra gli scienziati sulla strada da seguire. Dopo la guerra, tuttavia, grazie anche a forti opposizioni da parte degli scienziati che avevano lavorato a Washington e a Chicago, i segreti nucleari vennero utilizzati per la produzione di energia per fini civili. Dal punto di vista militare, invece, ci furono grandi disaccordi sulle possibili strade da percorrere. Edward Teller sosteneva la necessità dello studio della bomba a idrogeno, ancora più potente, che invece trovava la forte opposizione di

Oppenheimer, che riteneva che armi nucleari più potenti non solo non avrebbero risolto i problemi strategici degli Stati Uniti, ma avrebbero anche abbassato il livello etico del Paese e della scienza stessa. Mentre i Russi stavano lavorando alla bomba all'idrogeno, Oppenheimer fu vittima di una brutale campagna di demonizzazione, cosa che non era facile, visto che pochi anni prima era stato acclamato come eroe nazionale. Fu accusato di simpatie comuniste e venne emarginato da tutti i segreti nucleari, e al suo posto fu nominato il suo contendente Edward Teller, che proseguì i suoi studi sulla bomba a idrogeno.

Io credo che il dovere di chi ha consapevolezza delle cose è utilizzare la propria sensibilità per fare le proprie scelte in libertà. In generale, credo che sia difficile trovare eccellenti scienziati che siano nello stesso tempo uomini stupidi.”

*Come è stato il ritorno a casa dopo l'esperienza di Los Alamos?*

“È stato molto difficile. Avevo quasi 20 anni e dovevo tornare a terminare i miei esami. Avevo lavorato per due anni con persone eccezionali e ora dovevo tornare a fare i compiti, terminare i miei studi, iniziare un dottorato e occuparmi di problemi diversi rispetto a quelli che avevo affrontato a Los Alamos.”

*Da studente a premio Nobel. Come ricorda il momento in cui le è stata comunicata la vittoria del premio?*

“Tutte le volte che ci penso sorrido. Erano le 5 del mattino e io stavo dormendo. Squilla il telefono e sento la voce di una donna. Inizialmente pensai che fosse una mia amica australiana, che sbagliava sempre a calcolare il fuso orario. Invece chiamavano da Stoccolma per comunicarmi il conferimento del premio Nobel.

Quella signora era stata così precisa nei dettagli e aveva un accento svedese così bello che non ho mai pensato fosse uno scherzo. In quel periodo, però, molti dei potenziali candidati per il Nobel erano stressati dalla possibilità che altre persone potessero chiamare per scherzo.

Ricordo esattamente cosa disse quella voce al telefono: ‘Stiamo per fare l'annuncio ufficiale e tra poche ore la sua vita cambierà.’ E infatti cambiò: nel giro di qualche ora avevo la casa circondata da giornalisti e dalle



persone del vicinato, tanto che avevo quasi paura a uscire. Non ero abituato a tutto quello che stava succedendo.”

*Un’ultima domanda, ha un ricordo particolare di Fermi?*

“Con Fermi non ho avuto un rapporto frequente e diretto mentre lavoravo a Los Alamos. Io avevo solo diciotto anni, mentre lui era già un fisico affermato, era una delle persone più autorevoli a Los Alamos e aveva già vinto il premio Nobel. Ho però avuto modo di trascorrere del tempo con lui durante una scuola estiva che abbiamo tenuto insieme alcuni anni più tardi, nel 1954 a Les Houces, sul Monte Bianco.

Lì, gli ho scattato una foto a cui sono davvero affezionato.”

*(Glauber mi fa vedere la foto di Fermi. La guardiamo in silenzio alcuni secondi. Fermi indossa un cappello alla pescatora e accenna un sorriso timido mentre è appoggiato sulla parete di una baita di montagna.)*

“Di quel giorno in montagna ricordo un fatto singolare che in pochi conoscono.

Volevamo fare un’escursione insieme, ma sul monte Bianco c’era la neve, e noi non eravamo equipaggiati. Sia Fermi che io eravamo grandi amanti della montagna, così decidemmo di andare in macchina a Chamonix per comprarci gli scarponi di cui avevamo bisogno. Io scelgo un paio di scarponi robusti e il più possibile pesanti, visto il freddo che faceva e la neve che avremmo trovato. Fermi, invece, stranamente, sceglie le scarpe più economiche che c’erano nel negozio, leggere e inadeguate per l’escursione che dovevamo fare. Mi stupisco: proprio lui che in montagna ci andava da una vita e di cui sicuramente ne avrebbe avuto bisogno in futuro.

Eppure l’escursione va bene, arriviamo fin dove avevamo pensato, anche se con un po’ di fatica. La vista da lì era meravigliosa, c’era il sole e Fermi canticchiava una canzone che non c’entrava molto in quel momento, ma era felice. Aveva i piedi bagnati per quelle scarpe che aveva preso, io non riuscivo a spiegarmi perché un esperto di montagna come lui avesse scelto delle scarpe così economiche e così inadeguate per la circostanza, così decido di chiederglielo. Fermi guarda lontano, poi sorride.”

*(Glauber rimane in silenzio qualche istante.)*

“Vedi ragazzo, – mi dice – tu sei giovane, hai ancora tanta strada da percorrere e potrai indossare ancora i tuoi scarponi.’

Io allora non capii e rimasi zitto.

Fermi aveva un cancro allo stomaco, di cui allora nessuno sapeva. Evidentemente si preparava all’idea di non utilizzare più quegli scarponi. Le sue condizioni di salute peggiorarono nel giro di qualche settimana e morì solo qualche mese dopo quell’escursione.

A me piace guardare questa foto e pensarlo felice come l’ultima volta che lo vidi, mentre cantava tra le sue adorate montagne.”

---

1. Intervista a cura di Giorgio Colangelo, luglio 2013.

2. Alcune dichiarazioni presenti in quest’intervista si possono trovare anche in: “An Excursion with Enrico Fermi, 14 July 1954, *Physics Today*”, 55 (6), 2002 e in Roy J. Glauber, *Biographical*, [Nobel-prize.org](http://Nobel-prize.org), Nobel Media AB 2013. Web, 10 Oct 2013.

## Appendice

Riportiamo qui di seguito una poesia scritta da Enrico Persico, caro amico di Fermi, in cui viene descritto bene lo spirito della banda di via Panisperna.<sup>20</sup>

*Al di là de l'Appennino  
Padre Enrico giunto è  
ed insegna altrui il cammino  
sulla strada della fè*

*Incomincia la lezione  
col precetto elementar  
ch'è cattiva educazione  
carne umana divorar*

*Narra poscia ch'oltre i monti  
Vivon popoli fedel  
Che del ver le sacre fonti  
Ricevuto hanno il ciel*

*Essi han d'h il sacro culto  
Han dei quanti piena fè  
E per loro è grave insulto  
Dir che l'atomo non c'è*

(...)

*Credon poi con fè profonda  
Cui s'inchina la ragion  
Che la luce è corpo ed onda  
Corpo ed onda è l'elettron*

*Sono questi i dogmi santi  
Ch'egli insegna agli infedel  
Con esempi edificanti  
Appoggiandosi al Vangel*

---

20. Edoardo Amaldi e Franco Rasetti, *Ricordo di Enrico Persico*, Accademia nazionale dei Lincei, Celebrazioni Lincee 115, 1979.

## Riferimenti bibliografici

### Testi di approfondimento consigliati

Edoardo Amaldi (a cura di G. Battimelli, M. De Maria,) *Da via Panisperna all'America*, Editori Riuniti, Roma 1997.

Edoardo Amaldi, “Gli anni della ricostruzione”, *Giornale di Fisica*, XX, 3, 1979.

Edoardo Amaldi, *La vita e le opere di Ettore Majorana*, Accademia Nazionale dei Lincei, 1966.

Edoardo Amaldi, “Ricordo di Ettore Majorana”, *Giornale di fisica*, vol. 9 pag. 300, 1968.

Giovanni Battimelli e Giovanni Paoloni, “Il ministro scienziato”, *Le Scienze*, n. 484, dicembre 2008.

C. Bernardini, L. Bonolis (a cura di), *Conoscere Fermi* (SIF 2001), scaricabile dal sito della Società Italiana di Fisica, [www.sif.it/libri/conoscere\\_fermi](http://www.sif.it/libri/conoscere_fermi).

Luisa Bonolis, “Majorana. Il genio scomparso”, *Le scienze*, 2002.

Giuseppe Bruzzaniti, *Enrico Fermi. Il genio obbediente*, Torino, Einaudi 2007.

C. Buttarò, A. Rossi, *Franco Rasetti. Una biografia scientifica*, Aracne, Roma 2007.

Leandro Castellani, *Dossier Majorana*. Fratelli Fabbri Editori, Milano 1974.

F. Cordella, A. De Gregorio, F. Sebastiani, *Enrico Fermi. Gli anni italiani*, Editori Riuniti, Roma 2001.

Paolo Cortesi, *Lo scienziato che sparì nel nulla, Ettore Majorana*, Foschi editore, Forlì 2007.

Oscar D'Agostino, *Il chimico dei fantasmi*, Mephite, Atripalda 2002.

Orso Mario Corbino, *Conferenze e discorsi di O.M. Corbino*, Edizioni Pinci, Roma 1937.

Valeria del Gamba *Il ragazzo di via Panisperna. L'avventurosa vita del fisico Franco Rasetti*, Bollati Boringhieri, Torino 2007.

Michelangelo De Maria, "Enrico Fermi: un fisico da via Panisperna all'America", Monografia 8, *Le Scienze* 368, aprile 1999.

Salvatore Esposito, *La cattedra vacante. Ettore Majorana: ingegno e misteri*, Liguori, Napoli 2009.

Enrico Fermi, *Note e memorie*, Cremonese, Napoli 1961.

Laura Fermi, *Atomi in famiglia*, Mondadori, Milano 1954.

Miriam Mafai, *Il lungo freddo. Storia di Bruno Pontecorvo, lo scienziato che scelse l'URSS*, Rizzoli, Milano 2012.

Giulio Maltese, *Enrico Fermi in America. Una biografia scientifica: 1938-1954*, Zanichelli, Bologna 2003.

Giulio Maltese, *Il papa e l'inquisitore. Enrico Fermi, Ettore Majorana, via Panisperna*, Zanichelli, Bologna 2010.

Bruno Pontecorvo, *Enrico Fermi. Ricordi di amici e allievi*, Studio Tesi, Pordenone 1993.

Erasmus Recami, *Il caso Majorana*, Di Renzo Editore, Roma 2011.

Leonardo Sciascia, *La scomparsa di Majorana*, Adelphi, Milano 1997.

Emilio Segrè, *Autobiografia di un fisico*, Il Mulino, Bologna 1995.

Emilio Segrè, *Enrico Fermi, fisico*, Zanichelli, Bologna 1971.

Emilio Segrè, *Personaggi e scoperte della fisica contemporanea*, Mondadori, Milano 1996.

Simone Turchetti, *Il caso Pontecorvo. Fisica nucleare, polizia e servizi di sicurezza nella guerra fredda*, Sironi, Milano 2007.

## **Film e video**

*I Ragazzi di via Panisperna*, di Gianni Amelio, 1989.

*La storia siamo noi*, Rai 2, “Le campane del Cremlino - Il caso Pontecorvo”, 2007.

*Super Quark*, Rai 1, “L’incredibile storia di Enrico Fermi”, 2001.

## **Siti web**

<http://media.accademiaxl.it/pubblicazioni/ScuolaFermi/>

<http://matematica-old.unibocconi.it/dossiermajorana/majorana01.htm>

## Informazioni sul libro

Roma, primi anni Venti. Nel vecchio istituto di fisica di Via Panisperna un gruppo di studenti, guidati da Enrico Fermi, nell'entusiasmo e nella spregiudicatezza giovanile, scoprono la chiave per violare i segreti del nucleo atomico.

Quei ragazzi, tra cui Majorana, Amaldi, Pontecorvo, Segrè e Rasetti, diventeranno i protagonisti della nascita della fisica moderna e vivranno i momenti fondamentali che hanno segnato il secolo scorso: dal fascismo al boom economico, passando per la Seconda Guerra Mondiale e l'era atomica, fino ad arrivare alla Guerra Fredda.

*La banda di Via Panisperna* non è solo il racconto di grandi scoperte scientifiche che, di eventi che hanno segnato la nostra epoca, ma anche una storia di gioventù e amicizia, sogni e ambizioni, misteri e domande, a cui in alcuni casi non si è ancora trovata una risposta.



## Circa l'autore

**Giorgio Colangelo** è ricercatore presso l'ICFO di Barcellona dove lavora su problemi fondamentali di ottica quantistica e alle loro applicazioni in campo tecnologico. Da alcuni anni si occupa anche di divulgazione scientifica, curando mostre e organizzando laboratori didattici e artistici sulle proprietà della luce e degli strumenti ottici.

**Massimo Temporelli**, laurea in Fisica, già curatore del Dipartimento Comunicazione del Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia di Milano, lavora come libero professionista alla realizzazione di mostre temporanee e permanenti. Svolge inoltre lezioni e seminari sulla storia delle tecnologie nelle scuole superiori, all'università e in diversi master. È autore per Hoepli del libro *Il codice delle invenzioni* (2011).