

# IN RICORDO DI

**Ettore Fiorini**



Verona, 19 aprile 1933 -  
Milano, 9 aprile 2023

Ettore Fiorini si laureò in Fisica alla metà degli anni '50 del secolo scorso, nell'allora Istituto di Fisica dell'Università degli Studi di Milano, sito al pianterreno del Palazzo delle Scienze, in via Saldini 50. Subito dopo la laurea ha lavorato con la grande camera di Wilson, ora esposta nell'atrio del dipartimento; era stata costruita da Carlo Succi ed esposta ai raggi cosmici in alta val Formazza in una collaborazione fra Milano e l'Università di Pisa, e in particolare con il gruppo di Marcello Conversi.

Chiusa l'era dei raggi cosmici per l'avvento degli acceleratori di particelle, Fiorini cominciò a lavorare in camera a bolle, in particolare nella camera a bolle a liquido pesante esposta al CERN all'acceleratore P.S. da 29 GeV, sotto l'egida di Giuseppe Beppo Occhialini, coagulando intorno a se giovani ricercatori come Sergio Ratti, Gianpaolo Bellini, e un po' più tardi Antonino Pullia e poi ancora fra gli altri Enrico Bellotti. Nel frattempo l'Istituto si era spostato nel nuovo edificio di via Celoria 16, dove alla fisica delle particelle, emulsioni nucleari di Occhialini e analisi dei fotogrammi di camera a bolle, era stato assegnato l'edificio, che allora si chiamava Capannone, destinato ora al Centro di Calcolo. Nella collaborazione che studiava i dati della camera a bolle a liquido pesante che proseguì circa fino alla fine degli anni '70, vi era anche l'École Normale Supérieure con capogruppo André Lagarrigue. In quel periodo Ettore passò con Martin Bloch un anno alla Northwestern University, da dove portò in Italia un forte interesse per lo studio del decadimento doppio beta, interesse che perseguì per tutta la sua vita professionale.

La ricerca con camera a bolle proseguì, dagli inizi degli anni '70, con la grande camera a bolle, Gargamelle, costruita dal gruppo di Lagarrigue, di 12 m<sup>3</sup>, riempita di freon. In una prima fase la camera fu esposta al P.S. del CERN; in questa fase fu scoperto proprio in Gargamelle il primo esempio di corrente neutra, che valse il Nobel a Salam,

**Ettore Fiorini è stato insignito del Premio "Enrico Fermi" della Società Italiana di Fisica nel 2007**

Glashow, Weinberg che avevano previsto la sua esistenza nell'ambito della teoria elettrodebole. La camera fu spostata poi al SPS da 400 GeV, ma nel 1978 la camera si ruppe e quindi la sua attività cessò. Ancora prima di Gargamelle alcuni componenti del gruppo originale si staccarono e formarono un proprio gruppo a testimoniare la capacità di aggregazione di Fiorini.

In quel periodo Ettore Fiorini fu direttore della sezione INFN di Milano per due mandati.

Ettore passò a lavorare con altri tipi di rivelatori e iniziò l'esperimento NUSEX sotto il Monte Bianco; l'esperimento è uno dei primi esempi di esperimenti condotti sottoterra, al riparo dalla pioggia di particelle che arrivano dal cosmo. NUSEX mirava, insieme ad altri esperimenti analoghi negli Stati Uniti e in Giappone a verificare le previsioni delle grandi teorie unificate (GUT) che cercavano segni di nuova fisica al di là di quelli previsti dal Modello Standard delle particelle elementari. Non trovò che qualche possibile candidato di decadimento del protone ma rappresentò un'importante verifica sperimentale dei limiti di validità delle leggi di conservazione del numero barionico e partecipò alla discussione sul possibile deficit di neutrini muonici che porterà nel 1998 alla scoperta delle oscillazioni di neutrino. Negli stessi anni, Ettore riprese una vecchia passione che aveva già messo in opera nella seconda metà degli anni '60, quella per la ricerca del doppio decadimento beta con rivelatori al Germanio. Con Antonino Pullia e un pugno di colleghi di Milano, installò due tra i primi rivelatori al Germanio commerciali, nel garage 27 del Monte Bianco spingendo la sensibilità dell'esperimento a 10<sup>23</sup> anni e dando origine a una lunga tradizione di esperimenti che continua ancora oggi con la proposta di LEGEND1000.

Mentre gli esperimenti del Monte Bianco sfruttavano l'ospitalità della società italo-francese del traforo, nel 1979 stava per nascere uno nuovo laboratorio vero e proprio dedicato alle ricerche di fisica fondamentale: Antonino Zichichi, allora Presidente INFN aveva presentato infatti al Senato della

Repubblica il "Progetto Gran Sasso", approvato dal Parlamento con due leggi di finanziamento del 1982 e 1984. Mentre NUSEX stava ancora prendendo dati al Monte Bianco, Ettore si fece subito portavoce dell'interesse per il nuovo laboratorio abruzzese, dando vita ad una campagna di misure di caratterizzazione del sito mentre ancora il laboratorio era in fase di scavo. Solo due anni dopo installò un rivelatore a Xenon gassoso ad alta pressione in uno dei bypass autostradali prossimi ai nascenti laboratori, non essendo ancora pronte le tre sale. I laboratori del Gran Sasso sarebbero diventati di lì a poco la "casa" degli esperimenti per la ricerca di processi rari e quello dello Xenon era solo il primo di una lunga serie di esperimenti sul decadimento doppio beta. Tra i primi esperimenti proposti, GALLEX mirava alla difficile misura dei neutrini emessi dal Sole nelle reazioni di fusione di nuclei di idrogeno (catena pp), che trasformavano il <sup>71</sup>Ga del bersaglio, in <sup>71</sup>Ge radioattivo. La sfida, condotta da una collaborazione europea di cui faceva parte anche il gruppo di Ettore e capeggiata da Till Kirsten del MPI di Heidelberg, consisteva nell'estrarre e contare una decina di atomi di <sup>71</sup>Ge da 70 tonnellate di soluzione acida di GaCl<sub>3</sub>. L'esperimento operò dal 1991 al 1997, confermando l'esistenza di un "Solar Neutrino Problem", e dando la prima prova sperimentale dei meccanismi alla base della produzione di energia del Sole. Il successo di GALLEX ha certamente contribuito a dare un forte impulso ai laboratori del Gran Sasso dell'INFN che erano diventati in breve tempo il riferimento per gli esperimenti sotterranei per lo studio dei neutrini e la ricerca di eventi rari.

Pochi anni prima, nel 1984, Ettore aveva anche proposto insieme a Tapio Niinikoski del CERN, di sviluppare una nuova tecnica, quella dei calorimetri a bassissima temperatura, da applicare allo studio di processi quali il doppio decadimento beta, la ricerca di materia oscura e la misura diretta della massa del neutrino. Al momento della proposta le masse dei rivelatori erano solo di qualche frazione di grammo e l'amico Frank Avignone III la definì un'idea "folle".

Con la tenacia che lo ha sempre caratterizzato, Ettore aveva tuttavia deciso che quella era non solo una tecnica percorribile, ma anche promettente. Si era profuso per dare origine ad un laboratorio criogenico al LASA di Segrate e solo pochi anni più tardi, nel 1989, all'installazione del primo criostato sotterraneo negli appena nati laboratori del Gran Sasso (LNGS). Originariamente dedicate allo sviluppo di rivelatori bolometrici, la linea per i rivelatori di grande massa per lo studio del doppio decadimento beta e quella dei microbolometri per la determinazione della massa del neutrino si erano divise verso la metà degli anni '90 e, dopo circa 20 anni di lavoro instancabile, nel 1998 Ettore era giunto a proporre insieme a Frank Avignone III la costruzione di CUORE, una matrice di circa 1000 bolometri di TeO<sub>2</sub> con una massa totale dell'ordine di una tonnellata. La proposta nasceva dal successo di una serie di misure condotte presso i LNGS con rivelatori di massa crescente e soprattutto dal funzionamento delle prime matrici di questi nuovi rivelatori. La realizzazione di CUORE inizierà solo una decina di anni più tardi, dopo il successo di Cuoricino, consistente in uno dei 19 moduli proposti per la struttura di CUORE. CUORE, che è caratterizzato da una sensibilità sul doppio decadimento beta che sfiora i 10<sup>26</sup> anni, è attualmente in presa dati al Gran Sasso dal 2017 e rappresenta, come spesso diceva Ettore, la realizzazione di uno dei suoi grandi sogni e anche la conclusione della sua avventura scientifica nella fisica delle particelle elementari. Ettore non ha tuttavia mai smesso di sostenere gli sviluppi della tecnica che hanno portato alla proposta di CUPID, la versione di CUORE migliorata con l'impiego di bolometri scintillanti.

Professore emerito presso l'Università di Milano-Bicocca, dove si era trasferito con il suo gruppo a cavallo del terzo millennio, Ettore è stato tra i fondatori della Sezione INFN e del Dipartimento di Fisica. Ha realizzato due nuovi laboratori nei sotterranei del dipartimento di Fisica (uno per misure criogeniche e uno dedicato alle misure di bassa attività) e ha firmato diverse centinaia di lavori scientifici.

Membro dell'Accademia Nazionale dei Lincei dal 1988, negli ultimi anni di attività si è dedicato con fervore a promuoverne le iniziative. È stato insignito di importanti riconoscimenti, come il Premio Feltrinelli per la scoperta delle correnti deboli neutre, il Premio Pontecorvo per gli studi sulla fisica del neutrino e la medaglia di Benemerito della Scienza e della Cultura.

Ettore va anche ricordato per alcune sue "incursioni" in altri ambiti scientifici, come la fisica applicata all'ambiente, alla medicina e ai beni culturali. È stato tra l'altro co-direttore della scuola di fisica medica dell'Università di Milano per diversi lustri. Inoltre, sin dai tempi dell'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl nel 1986, passando per gli incidenti minori in Spagna del '98 sino ad arrivare all'incidente di Fukushima del 2011, Ettore ha sempre messo a disposizione della società la conoscenza e la strumentazione impiegate nella fisica delle particelle per valutare l'impatto che la dispersione di contaminanti radioattivi ha sulla salute dell'uomo e sull'ambiente.

Negli ultimi anni della sua attività ha coltivato la passione per l'archeometria, iniziata con il recupero di oltre mille lingotti di piombo antico di epoca romana, ritrovati da un subacqueo alla fine degli anni '80 al largo dell'isola di Mal di Ventre in Sardegna. Un ritrovamento eccezionale di una antica nave oneraria romana, affondata al largo della Sardegna oltre 2000 anni fa il cui carico, grazie al basso contenuto di radioattività (<sup>210</sup>Pb) poteva essere un elemento di eccezionale utilità negli esperimenti di fisica degli eventi rari.

Come era solito fare, subito dopo aver letto la notizia sul *Corriere* Ettore parti lancia in resta, coinvolgendo l'INFN e l'allora presidente Nicola Cabibbo, che sposò immediatamente l'idea di finanziare il recupero dei lingotti. In seguito ad un accordo di collaborazione con la Sovrintendenza alle Belle Arti di Cagliari, una parte dei lingotti è stata messa al servizio della scienza e utilizzata per la realizzazione della schermatura di CUORE.

La passione per l'applicazione della fisica alla vita di tutti i giorni si è poi estesa a tutta

una serie di attività, come lo studio sui capelli di Napoleone e dei suoi co-evi, per stabilire se l'imperatore fosse stato o meno avvelenato con l'arsenico, o come le misure dei rapporti isotopici del piombo per stabilire la provenienza di reperti archeologici del sito nuragico di Sant'Imbenia. Uno dei suoi ultimi rimpianti è certamente quello di non essere riuscito a portare a termine gli studi sull'origine della Lupa Capitolina.

In ognuna di queste attività Ettore univa l'entusiasmo del fanciullo, con cui trasmetteva energia positiva a tutti coloro che collaborano con lui, e la rigorosità del fisico sperimentale tipica delle ricerche in fisica delle particelle.

Ettore aveva uno sguardo capace di andare oltre le contingenze immediate e riusciva a intuire la portata di un esperimento anche a livello di impatto sul grande pubblico. Mancheranno la sua guida, le sue battute, gli aneddoti e la sua proverbiale intuizione di fisico sperimentale. Amava molto i bambini che coccolava ogniqualevolta qualche collega ne portava qualcuno in dipartimento e non mancava di chiederne poi notizie. Al funerale abbiamo anche scoperto che negli ultimi anni ha assistito i bambini di una struttura neuropsichiatrica con l'insegnamento dei rudimenti di fisica e matematica. Amava romanzare qualsiasi cosa ed era in grado di attrarre l'attenzione per intere serate in società. Unico suo rimpianto era quello di non essere mai stato in grado di suonare uno strumento musicale come aveva fatto suo padre.

Non si può chiudere questo ricordo di Ettore Fiorini senza ricordare la sua estrema correttezza e amicizia nei riguardi tutti colleghi, e la sua giovialità. Ha letteralmente dedicato tutta la sua vita alla fisica e alle istituzioni, cosa abbastanza rara.

Oliviero Cremonesi  
INFN - Sezione di Milano-Bicocca

Gianpaolo Bellini  
Università di Milano e  
INFN - Milano