

Luigi Busso (1942-2017)



La Chiesa collegata all'Ospedale Mauriziano di Torino martedì 2 Maggio 2017 alle ore 9.30 era affollata da persone di tutte le età. L'officiante notò nella sua omelia che ciò non avveniva neanche in occasione delle più importanti festività religiose. Si trattava dei parenti e soprattutto degli amici, colleghi e studenti di Luigi Busso, la cui vita terrena si era interrotta il 28 Aprile dopo breve ma inesorabile malattia, accorsi alla Messa di suffragio.

Nato a Torino il 20 Maggio 1942, si laurea in Fisica presso l'Università di Torino nel 1969, con una tesi in Elettronica. Dal 1970 diviene Professore Incaricato, poi Associato di Elettronica Applicata per il Corso di Laurea in Fisica presso l'Università di Torino. Vince il Concorso a Professore di prima fascia (FIS01) nel 1994 e viene chiamato a ricoprire la cattedra di Esperimentazioni II per il Corso di Laurea in Fisica dell'Università di Torino continuando a tenere il corso di Elettronica Applicata. Dal 1994 al 2001 è Segretario della Facoltà di S.M.F.N. Durante la sua lunga attività didattica è relatore di oltre un centinaio di tesi di Laurea (triennale, quadriennale, magistrale) e numerose tesi di Dottorato in Fisica, tutte di carattere sperimentale o tecnologico. Al XCIX Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica (2013) viene premiato come Socio Benemerito.

Passando all'aspetto scientifico, subito dopo la laurea entra a fare parte del Gruppo coordinato da Guido Piragino per progettare, realizzare e caratterizzare una camera a streamer self shunted (c.s.s.s.) con relativo alimentatore di impulsi di Alta Tensione. L'impresa è conclusa in tre mesi, e costituisce l'inizio di una avvincente avventura tecnico-scientifica in collaborazione col JINR di Dubna che verrà descritta nel seguito.

La comunità dei Fisici nucleari di Torino, formatasi e cresciuta attorno all'Elettrosincrotrone da 100 MeV installato in sede, all'inizio degli anni '70 decise di sviluppare l'attività di ricerca utilizzando fasci di pioni carichi.

Come introduzione alla problematica

fisica con questi fasci, Luigi partecipa ad un esperimento a LNF (Lab. LEALE) che utilizza una camera a diffusione in campo magnetico per studiare l'interazione $\pi^+{}^4\text{He}$ con rivelazione di tutti i canali con carichi nello stato finale, anche di energia molto bassa. L'apparato era stato in precedenza utilizzato per lo studio della fotodisintegrazione del ${}^4\text{He}$ al Sincrotrone di Torino. L'esperimento, pur a bassa statistica, dimostra la potenzialità di un rivelatore visualizzante anche nella sperimentazione con fasci di pioni, e stimola i ricercatori a continuare con un rivelatore visualizzante ben più performante, la c.s.s.s. Una prima serie di misure viene eseguita con i fasci di π^\pm al SC di Dubna. La camera, riempita con ${}^3\text{He}$ e ${}^4\text{He}$ ad alta pressione permette lo studio sistematico in funzione dell'energia delle distribuzioni angolari per la diffusione elastica dai due isotopi dell'He. L'insieme delle misure costituisce una banca dati unica per la descrizione dell'interazione π -nucleo in termini di modelli nucleari microscopici a pochi corpi.

Visto il successo e l'affidabilità della tecnica, sperimentale, i Gruppi di Torino, LNF e Dubna decidono di provare ad inserire la c.s.s.s. nel magnete già usato a LNF con la camera a diffusione ed utilizzare nuovamente il fascio di π^\pm del LEALE. Si tratta della prima realizzazione al mondo di uno spettrometro magnetico basato su una c.s.s.s. Sembra difficile trovare una misura che possa competere con quelle realizzabili alle pion factories (LAMPF, TRIUMF, SIN) da poco entrate nel pieno delle loro capacità. Una nicchia di ricerca del tutto originale ed accessibile soltanto alla c.s.s.s. a LNF viene individuata nello studio sistematico della diffusione elastica di π^\pm da nuclei ad angoli indietro ($150-180^\circ$). È una regione dinamica particolarmente sensibile per la determinazione di alcuni termini di spin e isospin presenti nel potenziale ottico π -nucleo ed i risultati ottenuti sono molto interessanti.

Verso il 1980 una nuova possibilità di ricerca viene offerta: la sperimentazione con i fasci di antiprotoni di bassa energia di eccellente qualità preparati dalla macchina LEAR al CERN. La prima fase prevede una serie di esperimenti

di prima generazione. In particolare i dati esistenti relativi all'interazione antiprotono-nucleo erano molto scarsi e di bassa qualità. Una c.s.s.s. in campo magnetico è lo strumento ideale a questo scopo, e si pensa di utilizzare un dipolo già impiegato all'Elettrosincrotrone dei LNF per lo studio della fotoproduzione in ${}^4\text{He}$ e ${}^{14}\text{N}$. La proposta elaborata dalla Collaborazione, incrementata da ricercatori di Bergen, Padova e Pavia, viene accettata. L'apparato viene trasportato al CERN, montato nella sala sperimentale di LEAR, e quindi confinato in una enorme gabbia di Faraday in griglia di rame, una specie di mausoleo a forma di parallelepipedo. L'installazione è richiesta dal CERN per salvaguardare gli altri apparati sperimentali che affollano la zona dall'inquinamento elettromagnetico prodotto dalle spark-gaps della c.s.s.s.

La quantità e qualità di dati prodotti è eccellente. Vengono misurati sistematicamente per la prima volta gli spettri energetici e le molteplicità di tutte le particelle cariche prodotte nell'annichilazione di antiprotoni in diversi nuclei. Viene accertata la presenza di annichilazioni profonde all'interno del volume nucleare, non spiegabili con meccanismi noti. Molto interessante l'osservazione di una produzione anomala di iperoni Λ , processo non accessibile nell'interazione elementare con antiprotoni a riposo.

La prima fase della sperimentazione a LEAR è stata molto incoraggiante e stimolante, ma per continuare è necessario costituire collaborazioni più ampie che si impegnino a realizzare apparati più completi. Un altro Gruppo di Torino, coordinato da Tullio Bressani, assieme a Gruppi di Bologna e di Cagliari, aveva pure concluso un esperimento di prima generazione. Sembra quindi naturale tentare di mettere insieme le forze e le competenze per produrre un'ambiziosa proposta sperimentale. Il tentativo ha successo e, con l'aggiunta di altri Gruppi (LNL, Brescia, Trieste), nasce la Collaborazione OBELIX. Conta un'ottantina di ricercatori e una ventina di tecnici, oltre a tanti laureandi e dottorandi. Numericamente è il gruppo di ricercatori italiani più consistente in

un singolo esperimento al CERN attorno agli anni '90.

L'apparato è un grosso spettrometro magnetico costruito dentro e attorno all'Open Axial Field Magnet, già utilizzato agli ISR, macchina ormai dismessa. Quattro grossi complessi di rivelatori sono costruiti e assemblati dai diversi Gruppi. Luigi è il responsabile del tracciatore dell'esperimento, una jet drift chamber (j.d.c.) di grandi dimensioni con un totale di 3280 fili sensibili. La j.d.c. è stata riciclata insieme al magnete dagli ISR, ma bisogna riprogettare un sistema di lettura compatibile con i sistemi di acquisizione di ultima generazione. Vengono utilizzati i recentissimi FADC a 100 MHz. Il lavoro viene completato in tempi brevi e opera con risultati più che soddisfacenti durante tutti i sette anni di operatività di OBELIX.

OBELIX è in grado di rivelare tutte le particelle, cariche e neutre, emesse a seguito dell'annichilazione di antinucleoni su protoni e nuclei, con un angolo solido di 3π sr. La peculiarità di OBELIX rispetto a facilities concorrenti è la versatilità. Può utilizzare non solo fasci di antiprotoni, ma anche di antineutroni grazie a una linea di produzione incorporata, e variare quindi l'isospin dello stato iniziale. Sfruttando trigger di primo e/o secondo livello può arricchire determinati canali di annichilazione. Può infine utilizzare targhette di annichilazione (protoni o nuclei) in stato gassoso (a varie pressioni), liquido o solido. Ciò permette di ottenere risultati molto originali e significativi per la Fisica delle interazioni elementari, ma anche per la Fisica Nucleare e la Fisica Atomica. Vengono raccolti più di 500 milioni di eventi di annichilazione in diverse condizioni sperimentali, che vengono divisi tra i gruppi componenti per l'analisi fisica secondo gli interessi e le competenze.

Nel settore della spettroscopia mesonica i risultati nuovi più significativi sono la risoluzione delle ambiguità esistenti nella zona della risonanza E_{11} (1400) e la conferma dell'interpretazione della $f_0(1500)$ come candidata glueball. Viene accertata una violazione molto consistente (un fattore 40) della regola di Okubo-Zweig-Iizuka nella produzione di mesoni ϕ e ω nelle annichilazioni antinucleone-protoni.

Un discorso a parte meritano le misure relative alla Fisica Nucleare. Vengono

confermate le anomalie presenti nelle annichilazioni sugli isotopi dell'He, già osservate con la c.s.s.s. Dati con buona statistica permettono di accertare che alcuni canali esclusivi di annichilazione con mesoni K nello stato finale sono fino a un fattore 35 superiori a quelli analoghi osservati su protoni. La spiegazione più plausibile sembra quella della formazione di uno stato precursore del "quark-gluon" plasma, il tema di indagine oggi più alla moda per la Fisica Nucleare. Uno sforzo dedicato viene rivolto allo studio delle cosiddette reazioni di Pontecorvo, annichilazioni a due corpi molto rare possibili nell'interazione antiprotoni-nucleo leggero.

Verso gli anni '90 l'INFN approva la macchina DAΦNE per rilanciare il ruolo dei LNF a livello internazionale. Diversi ricercatori di vari gruppi di OBELIX (Brescia, LNF, Pavia, Torino, Trieste) con l'aggiunta di un nuovo Gruppo di Bari e di colleghi Giapponesi del KEK elaborano quindi una proposta sperimentale in cui i K⁻ di bassa energia (16 MeV) prodotti dal collisore vengono arrestati in bersagli nucleari molto sottili per produrre ipernuclei in reazioni a due corpi. La spettroscopia magnetica ad alta risoluzione dovrebbe permettere l'identificazione precisa degli stati energetici dell'ipernucleo prodotto.

Lo spettrometro magnetico, denominato FINUDA, è basato su un solenoide superconduttore di nuova costruzione dedicata. I fasci di (e^+ , e^-) collidono al centro e nel volume magnetico sono installati i diversi insiemi di rivelatori (di vertice, tracciatore, barili di scintillatori per trigger e neutroni). Il tracciatore è molto diverso da quello di OBELIX come richiesto dalla Fisica diversa. In FINUDA la richiesta primaria è raggiungere risoluzioni energetiche dell'ordine dello 0.5% per π da 250–300 MeV/c emessi quasi isotropicamente dal centro del solenoide, entro un angolo solido maggiore di 2π sr. Anche le particelle prodotte nel decadimento degli ipernuclei (π , protoni, neutroni) possono essere rivelate in coincidenza entro lo stesso angolo solido e con ottima risoluzione energetica.

Il tracciatore più idoneo è costituito da insiemi diversi di rivelatori di localizzazione molto precisi (microstrips al Si, barili di camere a drift planari molto sottili e fasci incrociati di straw-tubes) immersi in atmosfera di He. Luigi si prende in carico la progettazione e realizzazione di tutta l'elettronica, non

commerciale, necessaria per l'elaborazione dei segnali delle camere a drift. Si occupa quindi della caratterizzazione delle miscele a base di He per le camere a drift. Provvede quindi a coordinare tutti i controlli di qualità dell'apparato nel suo complesso.

Nell'ambito della spettroscopia ipernucleare il risultato più significativo è la scoperta dell'esistenza dell'iperisotopo dell'idrogeno con numero di massa 6, un sistema in cui 1 protone e 4 neutroni sono legati insieme per la presenza del barione strano Λ . FINUDA fornisce lo studio sperimentale più sistematico e completo del decadimento mesonico e non mesonico di tutti gli ipernuclei della shell p. Vengono misurati per la prima volta gli spettri dei π^- emessi nel decadimento mesonico. Viene accertata l'importanza del decadimento non mesonico con 3 nucleoni nello stato finale. La spettroscopia dei protoni di decadimento permette di determinare per la prima volta le relative larghezze di decadimento. Di particolare soddisfazione è la scoperta di uno stato profondamente legato (K^-pp), la cui esistenza era stata ipotizzata attorno all'anno 2000. È l'argomento più importante e controverso della Fisica Adronica odierna, affrontato teoricamente e sperimentalmente da numerosissimi Gruppi a livello internazionale. Ciò è dimostrato dalla circostanza che il lavoro di FINUDA è ad oggi il più citato di tutti quelli prodotti da tutti gli esperimenti che hanno operato a DAΦNE.

Il consuntivo scientifico di 45 anni di attività di ricerca sperimentale di Luigi nel settore della Fisica Nucleare alle Energie Intermedie è racchiuso in più di 160 pubblicazioni su riviste internazionali e più del doppio di presentazioni a Conferenze e Workshop internazionali.

Vogliamo infine ricordare che queste righe vengono scritte in un periodo (fine di Maggio) legato ad una ricorrenza ormai consolidata da oltre un ventennio. Luigi, Ombretta e Mauro erano soliti organizzare una riunione in cui i componenti dei gruppi, passati e presenti, erano invitati con le rispettive famiglie a passare insieme nella loro casa di campagna di Govone una domenica conviviale. Una simpatica tradizione che non continuerà più.

Tullio Bressani,
Guido Piragino
Dipartimento di Fisica, Università di Torino
INFN, Sezione di Torino