

## Luciano Bertanza<sup>(\*)</sup>

**Summary.** — Luciano Bertanza nasce a La Spezia nel 1929. Svolge i primi studi in Liguria e Toscana, in buona parte durante il periodo bellico. Si iscrive a Fisica presso l'Università di Pisa laureandosi alla fine del 1952. Partecipa alle prime attività in fisica delle particelle seguite all'arrivo a Pisa di Marcello Conversi e Giorgio Salvini. Si forma il primo gruppo di camera a bolle e Luciano Bertanza costruisce in Istituto la prima camera a bolle propano-etano a ciclo rapido; la camera è usata per la realizzazione di uno dei primi esperimenti presso il sincrotrone di Frascati: la misura della polarizzazione del protone di rinculo in reazioni di fotoproduzione di pioni. Si trasferisce poi per due anni negli Stati Uniti, presso il laboratorio di Brookhaven, e collabora con Nick Samios ad una serie di esperimenti che portano alla scoperta ed allo studio di risonanze bosoniche e di particelle strane. La collaborazione e l'analisi degli esperimenti di Brookhaven proseguono anche dopo il rientro a Pisa. Luciano Bertanza è al centro delle attività del gruppo di camere a bolle. Vengono sviluppate le prime macchine di misura; queste vengono successivamente connesse alle prime macchine calcolatrici disponibili a Pisa. Vengono sviluppati i programmi per l'analisi dei film: programmi di ricostruzione geometrica delle tracce e programmi di analisi cinematica degli eventi. Il gruppo partecipa ad esperimenti mediante la camera BEBC al CERN e sviluppa una intensa collaborazione con i centri italiani di Bologna, Padova e Torino. Vengono svolti importanti studi in fisica del neutrino. Cessate le iniziative per le grandi camere a bolle, Bertanza partecipa ad una serie di esperimenti — NA31, NA48 — per la ricerca e lo studio della violazione diretta di  $CP$  nel decadimento dei  $K$  neutri, misure coronate da pieno successo.

---

(\*) Registrazione del 10 e 11 luglio 2009.

Luciano Bertanza dirige la sezione dell'INFN di Pisa fra il '74 ed il '79, nel periodo del trasferimento delle attività dal vecchio Istituto di Fisica agli edifici di San Piero a Grado, contribuendo in maniera importante al consolidamento del laboratorio ed all'affermarsi di un positivo clima di lavoro. Il gruppo di camera a bolle ha svolto molta della sua attività in sede; anche per questo Luciano Bertanza ha sempre svolto una intensa e vitale attività didattica presso il Corso di Laurea in Fisica, quello di Scienze Naturali e la Scuola Normale Superiore.

*Iniziamo proprio dai suoi primi passi; ho visto che lei è nato a La Spezia nel '29, giusto?*

Sì, e ho abitato lì fin verso la fine del '42. C'era la guerra e c'erano stati bombardamenti a Genova ed altre città, mentre a La Spezia non era ancora successo niente di grave. I miei genitori tuttavia decisero che era meglio sfollare e ci trasferimmo a casa dei miei nonni materni a Monsummano, vicino a Montecatini Terme, tranne mio padre che rimase a lavorare a La Spezia. In seguito, durante il passaggio del fronte, mio padre ci raggiunse e sfollammo nuovamente, per un breve periodo, a Montevettolini, in una bella villa, assieme ad altre famiglie. Sempre a causa dello stato di guerra mi è convenuto seguire per un anno la scuola magistrale, che era sfollata a Monsummano, e solo dopo il passaggio del fronte, frequentare, come era originariamente la mia intenzione, il liceo scientifico a Montecatini Terme. Ho ottenuto la maturità scientifica nel luglio del '48. Ricordo con piacere alcuni insegnanti del liceo, in particolare una professoressa di lettere ed un professore di matematica. La fisica, tranne l'ultimo anno, era molto trascurata. Cosa fare dopo? Mio padre, che era meccanico di automobili, aveva sempre detto che mi sarei dovuto occupare anch'io di automobili, ma come ingegnere. Sono quindi cresciuto con questa idea, ma con dubbi crescenti. Alla fine mi sono iscritto a Fisica, nell'Università di Pisa, con un interesse per la materia che aumentava nel tempo. I corsi di fisica che ho seguito erano tenuti da Nello Carrara, Marianna Ciccone, Cosimo De Donatis, Tullio Derenzini e infine Marcello Conversi.

*Ricapitolando, lei ha fatto questa scelta con una certa sicurezza ed è venuto a studiare qui a Pisa.*

Ogni dubbio sulla mia scelta è completamente scomparso quando è iniziato, con la sperimentazione per la tesi di laurea, il vero gusto di fare fisica. Con l'arrivo a Pisa nel 1951 di Conversi si ebbe l'inizio di un forte sviluppo dell'Istituto. In particolare Conversi, che era allora l'unico professore di ruolo, aprì alla ricerca pisana la strada delle alte energie, cominciando con esperimenti sui raggi cosmici. Un altro settore di ricerca era condotto da Adriano Gozzini che, nel suo laboratorio di microonde, stava svolgendo una brillante attività; sarebbe diventata un'altra delle basi fondamentali della ricerca sperimentale del nostro Istituto. Alla fine del terzo anno, un gruppetto di studenti chiese la tesi a Conversi, al quale era aggregato Giuseppe Martelli, che fu il mio relatore. L'esperimento oggetto della mia tesi riguardava gli sciami prodotti da

elettroni dei raggi cosmici. L'esperimento era progettato ma ancora tutto da costruire e montare. Disponevo dei contatori di Geiger col loro alimentatore, dell'alimentatore dei circuiti e di qualche strumento. Per il resto dovevo costruirmi quasi tutto. Il supporto tecnico era allora molto scarso e solo in seguito furono potenziati o creati i vari servizi dell'Istituto. La biblioteca, di cui sapeva tutto Derenzini, era invece ben dotata. A proposito di Derenzini, ne ricordo la squisita cortesia e disponibilità e la grande cultura scientifica (ma anche generale) di cui mi sono più volte giovato. Nel 1952 giunse a Pisa Giorgio Salvini. Sotto la sua direzione ebbe inizio un'opera di grande importanza, la realizzazione dell'elettrosincrotrone nazionale. A Pisa partì la progettazione, che proseguì dal 1955 a Frascati, dove la macchina fu costruita. In questo stesso anno arrivò Luigi Arialdo Radicati, il fondatore della moderna scuola teorica pisana. Quando mi sono laureato, il 2 dicembre 1952, l'esperimento su cui lavoravo stava prendendo dati, ma non era ancora completato. Mi è stato chiesto di rimanere e sono rimasto volentieri, in qualità di assistente straordinario in soprannumero.

*Lei ha forse conosciuto Gianfranco Corazza che ha iniziato a lavorare con Conversi proprio alla costruzione di contatori Geiger.*

L'ho conosciuto quando eravamo ambedue laureandi. Corazza fece poi parte del gruppo costituito da Salvini per l'elettrosincrotrone; si trasferì quindi a Frascati, dove lo ho incontrato più volte.

*E dopo questo esperimento cosa altro avete fatto?*

Poco dopo l'invenzione da parte di Glaser, nel '52, della camera a bolle, Giuseppe Martelli iniziò un'attività in questo campo a cui partecipai ed in cui più tardi si inserirono altri giovani fisici: Anna Zacutti, Paolo Franzini, Bruno Tallini. Si cominciò a fare calcoli sulle condizioni di funzionamento, a vedere quali liquidi si potessero usare, e dopo alcuni piccoli prototipi, venne iniziata la costruzione di una camera a propano di 26 cm di diametro. Martelli si trasferì a Birmingham abbastanza presto, dopo avere dato inizio ad un'attività di lungo periodo. A lui devo molto. Basta dire che devo a lui se ho iniziato il piacevole lavoro che non ho più abbandonato. Nel frattempo Conversi aveva iniziato, d'intesa con Jack Steinberger, un'attività di analisi di film spedito a Pisa da Brookhaven nell'ambito di una collaborazione Brookhaven, Bologna, Pisa, Michigan, che ottenne risultati di grande importanza.

*Era in quell'epoca che Jack Steinberger ha avuto un contatto abbastanza importante con Pisa?*

Sì, per questo esperimento è anche venuto a Pisa rimanendoci per un certo tempo. Altro contatto importante c'è stato per l'esperimento sulla violazione diretta di  $CP$  nel decadimento in due pioni dei  $K$  neutri al quale anch'io ho partecipato. Steinberger, inoltre, è stato professore nella Scuola Normale Superiore di Pisa. Al termine dell'esperimento di cui parlavo si formò, con alcuni ricercatori che vi avevano partecipato, un unico gruppo. Questi ricercatori erano Paolo Franzini, con cui avevo già lavorato nel gruppo di Martelli, e i neolaureati Italo Mannelli e Vittorio Silvestrini. Io avevo

qualche esperienza nella costruzione di piccole camere, ma non nell'analisi di film in cui gli altri avevano invece già lavorato. Il nostro impegno principale era la preparazione di un esperimento da fare all'elettrosincrotrone nazionale che stava per entrare in funzione, mentre con Raffaello Carrara, Antonio Drago e Pieter Stoker — in licenza dalla Potchefstroom University (South Africa) — lavoravamo anche all'analisi di film per lo studio dello scattering elastico su protoni di pioni negativi di energia cinetica 12 GeV. L'idea che maturammo era di costruire una piccola camera a bolle a ciclo sufficientemente rapido — il sincrotrone operava a 20 impulsi al secondo — da utilizzare per la misura della polarizzazione del protone di rinculo nella fotoproduzione di mesoni  $\pi^0$  in idrogeno. L'esperimento era concepito nel modo seguente: il fascio  $\gamma$  colpiva un bersaglio di idrogeno liquido, un magnete raccoglieva i protoni emessi ad un certo angolo focalizzandoli sulla finestra sottile della camera. Un telescopio di contatori selezionava i protoni e la coincidenza comandava il flash. La diffusione dei protoni sul carbonio della miscela di etano e propano della camera permetteva, infine, la misura della polarizzazione. Nel 1959, poco dopo l'entrata in funzione dell'elettrosincrotrone, l'esperimento cominciò a prendere dati. La camera, che era capace di 5 espansioni al secondo — il nostro compressore non poteva dare di più — fu usata a 4 espansioni al secondo, ossia uno ogni 5 impulsi in sincronismo con l'acceleratore, in esposizioni di 20–40 ore. Poiché l'operazione della camera non dipendeva criticamente dalla temperatura, il liquido per la termostatazione era l'acqua del rubinetto. Il funzionamento risultò ottimo, in 10 ore potevamo avere oltre 140000 espansioni. Alla fine la polarizzazione fu misurata a due energie del fotone, attorno a 90 gradi nel centro di massa. A parte dell'esperimento parteciparono anche Sergio Santucci e Vincent Peterson — da Caltech e dall'Istituto di Fisica dell'Università di Roma. Per questo esperimento abbiamo avuto un sostegno importante, ma senza interferenze, da Carlo Franzinetti, giunto a Pisa nei primi mesi del '59, dopo il trasferimento di Conversi a Roma. I colloqui e le discussioni con Franzinetti erano sempre molto illuminanti. Un notevole contributo al successo fu dato dall'eccellente lavoro di due tecnici: Gianni Gennaro, progettista meccanico e Piero Salvadori, elettronico, il lavoro dei quali, anche in seguito, sarebbe stato prezioso. Il risultato della misura era limitato a due punti, ma mi sono un po' dilungato su questo lavoro perché si è trattato di un'esperienza molto piacevole e professionalmente importante per me e credo per gli altri partecipanti alla ricerca. Per la prima volta, infatti, progettavamo, costruivamo e portavamo un esperimento ad un acceleratore di un laboratorio nazionale, cosa che a Pisa non era ancora stata fatta.

*Era una novità assoluta per l'Italia!*

Eravamo in presenza di un evento molto importante, anche per i futuri sviluppi, ossia la nascita del primo laboratorio nazionale italiano, dotato di un suo acceleratore di elettroni di elevate prestazioni.

*Era anche uno dei tre più potenti al mondo.*

Sì, gli altri due erano quelli di Cornell e di Caltech. Tornando al nostro esperimento, verso la fine del 1959 Franzini partì per gli Stati Uniti, alla fine di ottobre del 1960 ci

andai anch'io, ed infine, dopo un altro anno, anche Mannelli, concluso l'esperimento, arrivò negli Stati Uniti.

*Non era mai stato all'estero prima?*

Avevo visitato laboratori all'estero, con permanenza al massimo di alcuni giorni. Le cose cambiarono con l'arrivo a Pisa di Franzinetti. Franzinetti aveva la ferma convinzione che si dovesse andare nei grandi laboratori e restarci un periodo di tempo abbastanza lungo. Nel mio caso, ma non credo fosse l'unico, posso dire che letteralmente mi spedì in America, perché prese direttamente gli accordi col gruppo camera a bolle di Ralph Shutt del Brookhaven National Laboratory, scelta che si rivelò ottima. La permanenza a Brookhaven è stata per me realmente molto fruttuosa. In effetti in un grande laboratorio, frequentato da fisici di varia provenienza, talvolta di livello molto alto, dotato di mezzi adeguati, si impara molto e si matura rapidamente.

*Quanto tempo è rimasto a Brookhaven?*

Sono rimasto due anni. Mi sono inserito nel gruppo di Nicholas — Nick — Samios, un giovane fisico molto in gamba e mi sono trovato benissimo. In generale mi sono trovato assai bene in quell'ambiente, veramente molto ospitale. Appena arrivato ho avuto visite di membri del gruppo disponibili ad aiutarmi in ogni problema, aiuto di cui ho certamente beneficiato.

*Siamo agli inizi degli anni '60, giusto?*

Sono arrivato a Brookhaven a fine ottobre 1960 e sono rientrato a Pisa a fine ottobre 1962. Nel primo esperimento al BNL a cui ho partecipato, una camera a bolle a idrogeno di 20 pollici fu esposta ad un fascio di pioni negativi dal Cosmotrone per studiare la produzione di  $\Lambda^0$ - $K^0$  a varie energie. In un secondo esperimento la camera fu esposta per la prima volta all'AGS fornendo sia un test tecnico sia dati sulla produzione di particelle strane da pioni negativi di 4.65 GeV/c. L'esperimento più importante fu il seguente, che utilizzava fasci di  $K^-$  di 2.24 e 2.5 GeV/c dell'AGS. Studiammo la produzione di  $\Xi$ , determinandone le varie proprietà, si scoprì il mesone  $\phi(1020)$ , si ebbe evidenza della  $\Xi^*(1535)$ . Facemmo molto lavoro. Ricordo che, ritornato a Pisa, ancora mi occupavo dello spin della  $Y^*(1385)$ .

*Dopo questa fruttuosa esperienza americana durata due anni, è tornato in Italia. Perché ha deciso di tornare?*

L'accordo era effettivamente per due anni, dopo i quali sarei tornato a Pisa dove ero assistente di ruolo. Tra l'altro, la mia figlia maggiore stava per compiere sei anni e sembrava opportuno, a mia moglie e a me, che iniziasse le scuole in Italia.

*Che situazione ha trovato al ritorno?*

Il 1962 fu un anno di cambiamenti. Franzinetti andò in congedo al CERN per poi trasferirsi a Torino, Radicati si trasferì alla Scuola Normale Superiore, ed arrivò a Pisa Nestore Bernardo Cacciapuoti. Per quanto riguarda il gruppo camera a bolle,

questo era formato da Paolo Franzini, che stava per partire definitivamente per gli Stati Uniti, Armando Bigi, che sarebbe diventato un membro fondamentale del gruppo e Dino Zanello, perfezionando, che si trasferì poi a Roma. Un altro membro del gruppo, Raffaello Carrara, lavorava con Marcello Cresti a Padova. Il gruppo disponeva di alcune macchine di misura e si avvaleva della collaborazione di alcuni tecnici e di alcuni osservatori, questi ultimi efficientemente guidati da Roberto Bertelli, che già lavorava con noi da alcuni anni. A Pisa era entrata in funzione la calcolatrice elettronica pisana, la CEP, realizzazione fondamentale per la scuola informatica italiana, costruita su suggerimento di Fermi, accolta con entusiasmo da Conversi. Il gruppo camera a bolle aveva deciso di sviluppare sulla CEP i programmi di analisi del film e Bigi e Zanello avevano scritto un programma di ricostruzione geometrica delle tracce. Al mio rientro scrissi il programma di analisi cinematica degli eventi. Eravamo così in grado di fare in casa l'analisi completa di un esperimento. Il sistema funzionò molto bene per lo studio di interazioni  $\pi$ - $p$  su parte del film raccolto nel primo esperimento durante la mia permanenza a Brookhaven; mi era stato inviato gentilmente da Samios e venne utilizzato senza problemi anche in altri esperimenti. Presero parte a questo lavoro, come laureandi, Roberto Casali che si laureò nel 1963 e Vincenzo Flaminio che si laureò l'anno seguente. Casali rimase nel gruppo, mentre Flaminio preferì andare all'estero, prima al CERN e poi a Brookhaven, nello stesso gruppo in cui io avevo lavorato. Infine tornò con noi ed ebbe una parte determinante in varie iniziative. Intanto partiva una collaborazione, destinata a durare a lungo, con il gruppo di Cresti a Padova, per lo studio delle annichilazioni di antiprotoni in deuterio e, in parallelo, una collaborazione Pisa-BNL-Yale per uno studio delle interazioni  $K^-$ - $p$  da 594 a 820 MeV/c. Durante questo esperimento abbiamo avuto ospiti a Pisa Edward Hart e William Willis da Brookhaven. Una notevole perdita di tempo nell'analisi del film era dovuta al fatto che eventi misurati e già processati dovevano essere spesso nuovamente misurati e processati. Decidemmo allora di studiare la possibilità di fare un controllo in tempo reale delle misure effettuate sui fotogrammi, cosa che in Italia non era ancora stata realizzata. Un sostegno per la sua realizzazione ci fu fornito da Gherardo Stoppini, giunto a Pisa nel 1964, in seguito direttore della Sezione. Per sua iniziativa giunsero a Pisa alcuni bravi giovani fisici, due dei quali, Paolo Lariccia e Roberto Pazzi vennero a lavorare con noi. Fu fatto un accordo col Centro Studi Calcolatrici Elettroniche del CNR — il CSCE — che gestiva la CEP, mediante il quale si formò un gruppo a cui parteciparono, per la camera a bolle, Lariccia e Pazzi. Le nostre macchine furono collegate alla CEP che provvedeva a controllare le misure basandosi sul programma di ricostruzione geometrica già ricordato; dovette essere adattato allo scopo da Lariccia e Pazzi ed inviava le opportune indicazioni all'operatore. Il sistema dette i risultati sperati, fu ampiamente utilizzato e riscosse un notevole successo. In seguito il collegamento con la CEP, ormai vicina al termine della sua utilizzazione, fu sostituito da un nuovo collegamento con l'IBM 1800 del Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico — il CNUCE. Questo centro era stato costituito nel 1965 per gestire un calcolatore 7090, il più potente disponibile al momento, donato dall'IBM, e che naturalmente utilizzammo. Un buon aiuto per i problemi di calcolo si ebbe con l'arrivo di un tecnico addetto: Mario Soldi. Il

modo di lavorare era allora molto diverso da quello attuale. Si usavano nastri perforati per la CEP, schede per il 7090. Ogni modifica o errore nei nostri programmi comportava una grande perdita di tempo.

*Tutte queste cose miglioravano le vostre possibilità di lavoro; quali ne erano le conseguenze sulla scelta dei temi di ricerca?*

Ormai eravamo in grado di trattare un alto numero di eventi in collaborazioni estese. Il notevole sviluppo dei mezzi di calcolo fu determinante a questo scopo e la comparsa delle grandi camere a bolle ha ampliato notevolmente le possibilità di ricerca. Gargamelle, costruita in Francia, arrivò al CERN nel 1970 e fu lo strumento usato nella scoperta delle correnti deboli neutre. Io non ho mai lavorato con Gargamelle, mentre invece ho utilizzato la camera BEBC in due esperimenti. Per il primo esperimento, BEBC, riempita di deuterio, fu esposta a fasci a banda larga di neutrini e di antineutrini, allo scopo di fare uno studio sistematico dettagliato delle loro interazioni con protoni e neutroni “quasi” liberi. L’esperimento fu realizzato da una grande collaborazione internazionale costituita da gruppi di Amsterdam, Bologna, Padova, Pisa, Saclay, Torino, a cui poi si aggiunse Bergen — AMBEBOPAPISATO. Si ebbe veramente una grande quantità di risultati nuovi su una varietà di argomenti. Il nostro gruppo era ormai diventato molto più forte. Hanno partecipato con me a questo esperimento Carlo Angelini, Alessandro Baldini, Armando Bigi, Roberto Casali, Riccardo Fantechi, Vincenzo Flaminio, Aniello Nappi, Roberto Pazzi, Carlo Petri e Giuseppe Pierazzini. Alcuni di loro parteciperanno, con Biagio Saitta, tornato allora dall’estero, anche all’ultimo esperimento fatto con la tecnica della camera a bolle.

*Direi che si assiste ad un cambiamento del modo di lavorare con la formazione di queste grandi collaborazioni.*

Per quanto mi riguarda, al ritorno dagli Stati Uniti ho cominciato con una collaborazione di due laboratori: Padova e Pisa, poi le collaborazioni si sono progressivamente estese. In AMBEBOPAPISATO avevamo una collaborazione di sette gruppi e l’esposizione, trattandosi di neutrini, era di lunga durata. A questo proposito vorrei fare un’osservazione. Le camere a bolle erano ormai da tempo strutture fisse dei laboratori con acceleratori. Fatta l’esposizione, i gruppi lavoravano all’analisi del film rimanendo in sede per la maggior parte del tempo e, naturalmente, mantenendosi in contatto tra loro. Questo permetteva lo svolgimento regolare delle attività didattiche presso le Università di origine ed in generale la possibilità di conciliare l’attività di ricerca con gli impegni in sede. Anche nel caso di lunghe esposizioni per gli esperimenti svolti in collaborazione, questa possibilità restava garantita. Incidentalmente: ora non si parlerebbe, in un caso come questo, di grande collaborazione... Vorrei anche osservare che anche per questo esperimento c’è stata un’importante influenza di Franzinetti.

*In che senso siete stati influenzati da Franzinetti?*

Franzinetti è stato un entusiasta iniziatore dell’esperimento. Dopo la sua scomparsa, la prima pubblicazione è stata esplicitamente dedicata alla sua memoria.

*Come veniva scelto il programma di fisica?*

La procedura era, come al solito, la seguente. Dopo i primi tempi in cui l'idea maturava e si formava una collaborazione, veniva fatta una proposta dettagliata. Questa veniva discussa prima nelle sedi, poi nelle commissioni scientifiche nazionali ed infine, una volta approvata dall'INFN, nel laboratorio interessato.

*Mi sembra che relativamente ai neutrini abbiate anche ricercato le oscillazioni; con Milla Baldo Ceolin che adora i neutrini!*

L'esperimento, proposto e diretto da Milla Baldo Ceolin, era una collaborazione Athens-Padova-Pisa-Wisconsin per la ricerca di oscillazioni  $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ . BEBC, riempita con una miscela di idrogeno e neon, fu esposta al protosincrotrone del CERN ad un fascio di  $\nu_\mu$  di circa 1 GeV con una piccola contaminazione di  $\nu_e$ . Raccogliemmo circa 800000 foto. Furono anche prese foto senza fascio, per la valutazione del fondo da raggi cosmici. Non fu trovata evidenza di oscillazioni  $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$  e furono pubblicati i limiti ai relativi parametri.

*La strada era ancora lunga!*

Certamente. Come poi si vide, eravamo ancora molto lontani dalla sensibilità necessaria.

*Avete lavorato parecchio sull'esperimento dei neutrini; BEBC era entrata in funzione nel '75, quando avete cominciato voi?*

Il gruppo di Pisa ha partecipato ad esperimenti con BEBC fin dai suoi inizi. Dopo una prima fase in cui BEBC, riempita di idrogeno, fu esposta ad un fascio di pioni negativi di 22 GeV/c, il gruppo collaborò, su iniziativa di Conversi allora a Roma, ad un esperimento ibrido camera a bolle-emulsioni per lo studio del decadimento di particelle dotate di "charm" prodotte da interazioni di neutrini in idrogeno. Poi è seguito AMBEBOPAPISATO. Ai primi due esperimenti io non ho partecipato perché impegnato nella direzione della Sezione, mentre ho partecipato direttamente al terzo. Per quanto riguarda l'esperimento sulle oscillazioni, mi pare che sia iniziato nel 1983.

*Comunque era ancora un'epoca in cui lo studio delle oscillazioni era cominciato da poco e non era affatto dato per scontato!*

Il fenomeno delle oscillazioni di neutrini fu ipotizzato per la prima volta da Bruno Pontecorvo, ed è stato studiato in vari esperimenti, alcuni dei quali in corso. Neutrini solari, atmosferici, provenienti da reattori nucleari o da acceleratori sono stati presi in considerazione per questi studi. Anche un altro gruppo pisano, condotto da Carlo Bemporad, ha lavorato in questo campo con eccellenti risultati. Sono stati fatti molti passi in avanti. Prima o poi conosceremo le masse dei neutrini.



*Cose difficili! Comunque, proprio per questo, affascinanti.*

Questo è stato uno degli esperimenti che ricordo con particolare piacere. Era una piccola collaborazione, il gruppo di Milla ed il gruppo di Pisa avevano già lavorato insieme in ottimo accordo, molti di noi si conoscevano abbastanza bene. Era possibile seguire senza molte difficoltà ogni dettaglio e, direi, quasi ogni evento dell'esperimento, la cui fisica era di grande interesse.

*Quello sui neutrini è stato un bell'esperimento; poi avete continuato a lavorare sui neutrini o siete passati ad altro?*

È stato l'ultimo esperimento in camera a bolle. Due membri del gruppo, Roberto Pazzi e Alessandro Baldini, che ha conseguito il dottorato di ricerca con una tesi su questo esperimento, hanno poi ancora lavorato sulle oscillazioni nel gruppo diretto da Bemporad. Gli altri hanno seguito varie strade. La camera a bolle era ormai andata in pensione.

*Perché? Le risoluzioni non erano più adeguate?*

Non è questo il problema. Nuovi rivelatori, adatti anche ai colliders, possono ottenere statistiche fuori della portata delle camere a bolle, e comunque in tempi molto più brevi. Il grande e fruttuoso periodo della camera a bolle era ormai concluso.

*Lei, che era veramente un esperto di camera a bolle, cosa ha deciso di fare?*

Mentre stavo ancora lavorando in fisica del neutrino, Italo Mannelli stava preparando con altri la proposta dell'esperimento che ha poi mostrato la violazione diretta di  $CP$  nel decadimento dei  $K$  neutri, ottenendo per questo ampi riconoscimenti internazionali. Io mi sono inserito in questa ricerca — NA31 e poi NA48 — assieme ad altri che avevano lavorato nel gruppo camera a bolle. La mia effettiva partecipazione però, è iniziata solo dopo la fine dell'esperimento sulle oscillazioni. Naturalmente, data la mia esperienza, non mi sono occupato di "hardware", ma solo di analisi dei dati. Come ha visto, stamani è stato festeggiato in Sezione il mio ottantesimo compleanno. La fisica mi piace ancora, ma diciamo che forse...

*Vorrei chiederle se il fatto di essersi formato e poi di aver lavorato qui a Pisa le ha dato, in qualche modo, caratteristiche particolari. Avendo vissuto anche in altri ambienti, cosa ritiene sia specifico della realtà pisana?*

Non riesco, almeno al momento, ad individuare queste caratteristiche particolari. Per il resto, ho frequentato altri ambienti, ma non ho partecipato alla vita di altre Università. Credo comunque che la base studentesca abbia un ruolo importante. A Pisa ho sempre visto studenti molto motivati e spesso di ottimo livello. C'è in questo un importante contributo della Scuola Normale Superiore. Ricordo in particolare che, tra gli studenti di fisica di un mio corso, mi è capitato di avere contemporaneamente Giorgio Bellettini, Italo Mannelli, Luigi Ettore Picasso, Renato Santangelo, Vittorio Silvestrini, tutti con una successiva brillante carriera, e il futuro premio Nobel Carlo Rubbia. Io ero poco più anziano di loro, ero al mio primo incarico di insegnamento.

*Beh, a quell'epoca era normale avere questa poca differenza di età, le carriere erano assai più rapide.*

Ho citato un caso che mi è rimasto impresso, ma mi è capitato spesso di notare che i nostri giovani vengono molto apprezzati anche all'estero.

*Quindi lei sta dicendo che a Pisa c'era una buona base dal punto di vista del materiale umano. Ma mi chiedo ancora cosa altro caratterizzi la realtà pisana rispetto alle altre. Lei ha cominciato a lavorare in un momento di rinascita per Pisa. Ritiene di aver dato un contributo in questo ambito? Ritiene di aver continuato in qualche modo una certa tradizione pisana?*

Conversi, Gozzini, Salvini e Franzinetti nel campo della fisica sperimentale e Radicati nel campo della fisica teorica sono stati alla base della rinascita di cui parla e li possiamo considerare i fondatori di una nuova tradizione pisana. Per quanto mi riguarda, io sono uno dei tanti che, in tempi diversi, si sono inseriti in questa nuova tradizione, fornendo ciascuno il proprio contributo.

*In fin dei conti, a Roma, per esempio, c'era una grande differenza di tradizioni, di contesto. Il punto di partenza è stato diverso e diversi sono stati gli sviluppi... Lei ha vissuto la realtà di Pisa; come la sente rispetto alle altre realtà italiane?*

Ho sempre visto, a Pisa, un notevole spirito di iniziativa, grande determinazione e molta passione. C'è sempre stato il gusto delle nuove iniziative e una grande attenzione ai nuovi sviluppi scientifici e tecnici. A Pisa si sono formati, sia con ricercatori locali che con ricercatori venuti dall'esterno, forti gruppi, con varietà di interessi e senza preclusioni sul laboratorio in cui effettuare un esperimento. Credo sia stata di notevole importanza, nello sviluppo di Pisa, la stretta collaborazione con la Scuola Normale, sia per la didattica, sia per la ricerca teorica e sperimentale. Non sono perciò in grado di fare confronti attendibili con altre realtà italiane.

*Comunque, io credo che lei sia una persona che ha contribuito, in qualche modo, a caratterizzare Pisa...*

Ho vissuto in questo ambiente buona parte del mio tempo per decine di anni. Ho operato in ambito scientifico, didattico e organizzativo, anche in funzioni di responsabilità. Mi sono impegnato. Questo sostanzialmente è ciò che mi sento di dire.

*Avete avuto una grande apertura verso l'esterno. Roma aveva il laboratorio di Frascati vicino e molte persone trovavano naturale lavorare lì.*

Questa grande apertura è effettivamente nella tradizione pisana. Sentiamo giustamente il CERN, oltre ai laboratori nazionali, come nostro. Pisa però è stata presente con esperimenti di alto livello anche in altri laboratori europei, negli Stati Uniti e nell'Unione Sovietica, e i risultati non sono mancati. Abbiamo continuato a cercare di mandare i giovani all'estero e spero che questa tradizione possa continuare. A questo proposito mi viene in mente che un fisico americano, parlando di un nostro ricercatore

all'estero, disse: "è uno che lavora molto, come tutti gli italiani".

*Mi sembra una consolante conclusione! Direi di fermarci qui e di riprendere domani.*

*Riprendiamo. Lei è stato Direttore della Sezione INFN dall'inizio del '74 alla fine del '79, quindi per parecchi anni. Vuole ricordare un po' di questo periodo e di questa attività legata agli aspetti organizzativi della ricerca?*

Sono stato Direttore per due mandati. In questo periodo si sono succeduti come Presidenti dell'INFN: Claudio Villi, Alberto Gigli Berzolari e Antonino Zichichi. Come Direttore di Sezione ho partecipato alle riunioni del Consiglio Direttivo. Non vorrei però entrare nei molti problemi, alcuni di notevole rilevanza, che sono stati trattati, e sarebbe anche difficile farlo. Vorrei invece parlare dei problemi locali. Quando sono diventato Direttore era in corso il trasferimento della Sezione da Pisa al nuovo laboratorio di S. Piero a Grado; il laboratorio, entrato in funzione durante la direzione Mannelli, poteva offrire notevoli vantaggi per le realizzazioni necessarie all'attività sperimentale. Era però necessario dotarlo in misura adeguata di personale tecnico INFN, da affiancare allo scarso personale tecnico universitario ancora associato all'INFN e ai pochissimi tecnici INFN già disponibili. Una delle prime cose che feci a questo scopo fu quindi la preparazione di un piano molto dettagliato e realizzabile da presentare all'INFN. La cosa in definitiva funzionò anche se richiese tempo per arrivare a compimento. Nel frattempo è stato chiesto un notevole sforzo al personale tecnico e amministrativo presente, cosa che ha esercitato con grande impegno. C'era anche il problema della mensa, già affrontato dal precedente Direttore, ma che doveva ancora trovare una soluzione stabile. Cominciammo con cibi surgelati, poi si raggiunse una soluzione più soddisfacente. In quel periodo l'INFN decise di arrivare a convenzioni che regolassero i rapporti tra le Università e le Sezioni INFN nelle diverse sedi universitarie, rapporti ancora non scritti e non ben definiti. Per quanto ci riguardava la cosa andò avanti senza intoppi. Preparai col Prorettore una bozza di accordo che trattava i problemi delle utenze, del personale associato, ed eliminava intralci al buon funzionamento delle due parti. La bozza fu poi ratificata senza problemi. In questa fase venivano trasferite solo le attività sperimentali dell'INFN mentre quelle teoriche restavano quasi completamente a Pisa, come pure la biblioteca. Una piccola biblioteca a S. Piero sopprimeva utilmente ad alcune necessità. Le lezioni e le riunioni degli organi universitari per il personale docente avevano tutte luogo a Pisa. Si capisce come ciò generasse problemi non risolvibili stabilmente senza adeguati interventi edilizi. Mi sono trovato anche a dover operare con un bilancio in dodicesimi, a causa di un ritardo nell'approvazione dei finanziamenti all'INFN. Concludendo: è stato un lavoro molto pesante ma anche con soddisfazioni.

*Quindi erano anni in cui si cercava di creare un assetto un po' più definito per l'INFN; erano anche, più in generale, anni di trasformazione.*

Certamente. Per quanto riguarda la Sezione, ho avuto il piacere di constatare un'ampia collaborazione nell'affrontare i problemi. Il Consiglio di Sezione, in particolare, ha

lavorato benissimo.

*Vorrei che mi dicesse qualcosa sul suo percorso di insegnante.*

Subito cooptato nelle commissioni di esame, ho fatto molti esami non solo ai nostri studenti, ma anche per gli insegnamenti di Fisica di altri Corsi di Laurea e di altre Facoltà. I fisici, i matematici, i chimici e gli ingegneri facevano allora gli stessi corsi di Fisica Sperimentale; agli esami gli scritti potevano essere un po' differenti. Bisognava spesso utilizzare più aule, da richiedere anche ad altri istituti. L'organizzazione generale di questi esami era in gran parte nelle mani di Derenzini che controllava molto bene la situazione. Il primo corso di insegnamento mi fu affidato nell'anno accademico 1953-54. Si trattava di Esercitazioni di Fisica Sperimentale I, meglio noto tra gli studenti col nome di "fisichetta". Nei due anni seguenti ho tenuto Esercitazioni di Fisica Sperimentale II. Ho poi tenuto il corso di Radioattività, non attivato negli anni precedenti, in cui ho incluso, su suggerimento di Radicati, elementi di introduzione alla fisica delle particelle elementari. In quegli anni ho tenuto anche esercitazioni per altri corsi. Ricordo in particolare le esercitazioni per il corso di Fisica Teorica di Radicati. Lo sforzo fu notevole ed imparai molto; alcuni colleghi mi aiutarono nello scegliere — e risolvere — i problemi da presentare agli studenti. In seguito ho avuto, per molti anni, Fisica per gli studenti del Corso di Laurea in Scienze Naturali, prima come professore incaricato e poi, dal 1972-73, come professore di ruolo. L'innovazione che considero più significativa in questo corso, è stata l'introduzione di alcune esercitazioni di laboratorio in cui gli studenti facevano semplici misure di elettricità ed ottica, seguite da una relazione. Nello stesso anno accademico ho tenuto per la prima volta il corso di Fisica Generale I, come supplente di Cacciapuoti allora in congedo. Nel 1995 questo corso mi fu nuovamente assegnato con preavviso, mi sembra, di tre giorni; poi lo mantenni fino al pensionamento, con trasferimento della cattedra. Per questo corso potei contare sulla collaborazione di esercitatori molto bravi. È stato perciò possibile seguire molto accuratamente gli studenti, garantire la frequenza fino alla fine dell'anno e correggere una tendenza degli stessi a rimandare l'esame agli anni seguenti. Infine ho anche insegnato nella Scuola di Perfezionamento e nel Corso di Applicazione dei Radioisotopi in Medicina.

*Lei ha anche insegnato alla Scuola Normale?*

Ho tenuto un primo corso in Normale di Metodi di Fisica Sperimentale nell'anno accademico 1963-64, essenzialmente rivolto alle tecniche per l'analisi dei dati. In seguito ho tenuto corsi per biologi a cui poi parteciparono anche i chimici con programmi concordati con i docenti delle corrispondenti discipline; fu ripetuto per molti anni.

*Bene, abbiamo parlato di molti argomenti; possiamo forse pensare di fermarci qui.*