

Italo Mannelli^(*)

Summary. — Italo Mannelli nasce a Firenze nel 1933. Dopo i primi studi a Firenze vince il concorso di ammissione alla Scuola Normale Superiore di Pisa. Si laurea a Pisa nel 1957. Svolge la tesi, sulla non conservazione della parità nel decadimento della Λ^0 , con Marcello Conversi, interagendo anche con Jack Steinberger allora visitatore a Pisa. Svolge un primo esperimento presso il nuovo sincrotrone di Frascati studiando, con un gruppo di Pisa, la polarizzazione del protone di rinculo nella fotoproduzione di π^0 , mediante una camera a bolle a ciclo rapido riempita di propano. Passa il periodo dal 1961 al 1963 presso l'MIT di Boston ed il laboratorio di Brookhaven, prima come borsista NATO e poi come Research Associate. Effettua esperimenti di diffusione di adroni su protoni, di produzione di risonanze, di studio di reazioni con scambio carica, utilizzando le prime camere a scintilla e continuando la collaborazione anche dopo il suo rientro a Pisa. Gli esperimenti di diffusione sono poi proseguiti al CERN e a Serpukhov. Una fruttuosa collaborazione di Pisa con un gruppo di Saclay ha permesso di effettuare al CERN i primi esperimenti di diffusione con scambio carica su bersagli di idrogeno polarizzato. Dal 1976 al 1985 è al CERN, in congedo dall'Università di Pisa. Partecipa ad un interessante esperimento agli ISR, con tecniche calorimetriche ad argon liquido, nel quale vengono studiate le coppie elettrone-positrone ad alta massa e la produzione di π^0 e γ ad alto momento trasferito. Successivamente inizia una serie di esperimenti di precisione, tuttora in corso, all'SPS del CERN. Viene studiata la violazione di CP nei decadimenti di K neutri e carichi; nel 1987 viene messa in evidenza per la prima volta la violazione diretta di CP ; vengono inoltre studiati alcuni decadimenti rari dei K .

(*) Registrazione effettuata a Pisa, 23 e 24 ottobre 2006.

Italo Mannelli diviene professore ordinario a Pisa nel 1968; si trasferisce poi alla Scuola Normale Superiore nel 1987. Nel periodo dal 1971 al 1975 dirige l'Istituto di Fisica e la locale sezione dell'INFN. Ha progettato, costruito e poi provveduto ad avviare il nuovo laboratorio di S. Piero a Grado nel quale si sono trasferite tutte le attività sperimentali dell'INFN; il laboratorio è stato fondamentale nel permettere i successivi positivi sviluppi della fisica delle particelle elementari a Pisa. Nel corso degli anni Italo Mannelli svolge un numero veramente notevole di incarichi di gestione della ricerca scientifica nei più diversi ambiti. È Presidente della "Electronic Experiment Committee" del CERN durante il periodo di avvio del laboratorio di S. Piero a Grado. Dal 1976 al 1979 è vicepresidente dell'INFN e membro del comitato scientifico CERN-Serpukhov. Negli anni 1979-1981 è Direttore di Ricerca del CERN e nel periodo 1980-1984 fa parte dell' "Extended Scientific Council". È membro dal 1985 dell' "Extended Scientific Council" di DESY. Nel triennio 1981-1983 è primo membro e poi Presidente della "Commission on Particles and Fields" della IUPAP. È membro della "Scientific Policy Committee" del CERN, divenendone il Presidente nel triennio 1988-1990.

Ordine del Cherubino dell'Università di Pisa. Premio triennale per la Fisica della Fondazione Somaini. Premio Tartufari per la Fisica della Accademia dei Lincei. Premio Fermi della Società Italiana di Fisica. Panofsky Prize in Experimental Particle Physics della American Physical Society. Socio della Accademia Nazionale dei Lincei.

Lei è nato a Firenze il 17 luglio del 1933...

E sono vissuto a Firenze per 20 anni. Non credo di sbagliarmi dicendo che la prima volta che ho messo un piede a Pisa è stato all'inizio di settembre del 1953. Per un motivo o per un altro prima di allora non ero venuto a Pisa, malgrado che Firenze sia vicina e ci fossi passato accanto più volte.

Quindi lei è di famiglia fiorentina!

Sì, mio padre era un artigiano, un falegname. Era nato nel 1896 e dopo aver partecipato alla prima guerra mondiale, abbastanza presto riuscì a mettersi in proprio. Gli piaceva il suo lavoro, ma per lui l'idea di lavorare in un posto in cui c'era un orario specifico — per cui uno doveva essere lì quando suonava la campanella — la trovava difficile da sopportare! Naturalmente andava a finire che la sera tornava a casa alle nove, però lavorava per conto suo. Come mia madre, lui era originario di Signa, che è un paese a 17 chilometri da Firenze, in direzione di Pisa; all'epoca era famoso per i cappelli di paglia. La maggior parte dei cappelli di paglia — certo quelli di fattura più fine — erano infatti prodotti dalle donne di Signa; ricordo che sapevano fare una treccia a partire da questi fili di paglia sottilissimi e c'erano quelle che riuscivano a utilizzare 23 fili alla volta e mentre lo facevano chiacchieravano fuori dalla porta di casa. Mettevano poi insieme questi nastri e alla fine producevano dei cappelli pregiati, veramente molto belli. L'altra attività prevalente all'epoca era la costruzione di mobili. Dopo c'è stata un'evoluzione e, in un certo periodo, a Signa erano diventati tutti produttori di

maglieria, specialmente per bambini. Anche questa attività si svolgeva in casa; ciascuno aveva la sua macchina. Dopo è diventata più industrializzata e coinvolgeva così in attività economiche quelli che non facevano gli agricoltori e tutta la loro famiglia. Mia padre e mia madre si erano trasferiti a Firenze più di 10 anni prima che io nascessi. Io ero il terzo di quattro figli, due maschi e due femmine, di cui purtroppo, se faccio il bilancio adesso, sono l'unico che sopravvive. Mio padre riteneva che l'istruzione fosse molto importante; lui aveva fatto solo la sesta, anche se allora, da quello che mi diceva, la sesta non la facevano tutti! La maggior parte dei ragazzi cominciava a lavorare dopo aver fatto la terza. Lui mi ha sempre lasciato libero nelle mie scelte e ha sempre cercato di darmi tutto il supporto che poteva garantirmi. Da ragazzo io passavo comunque una buona parte dei pomeriggi nella bottega di mio padre, perché mi divertivo a seguirne l'attività e davo anche volentieri una mano nel limite di quello che può fare un ragazzo. Prima della guerra mio padre realizzava mobili che erano disegnati in buona parte da architetti, quindi erano mobili di un certo pregio, ma dopo la produzione di questi mobili si è espansa e per un artigiano era difficile reggere la concorrenza, così mio padre cominciò a fare mobili più semplici, mobili da cucina, essenzialmente. Durante la guerra facemmo dei giocattoli, in scala uno a venticinque, ed altre cose del genere. A questo lavoro collaborava a volte un po' tutta la famiglia. Mio fratello, di due anni più anziano di me, era veramente molto abile. I disegni erano relativamente semplici e con delle piccole macchine per falegnameria si potevano costruire con facilità; poi venivano smaltati, si mettevano le maniglie... e venivano venduti a quelli che passavano.

Cosa ricorda degli anni di guerra?

Ricordo nettamente di aver ascoltato il discorso di Mussolini in piazza, a Signa, all'inizio di giugno del 1940. Io non avevo ancora sette anni ed ero in vacanza dal nonno e dalle zie che continuavano ad abitare a Signa. Un bel giorno si viene a sapere che nel pomeriggio ci sarebbe stata la diffusione in piazza di un discorso importante e quindi sentii questo esaltato che indicava la strada per la gloria dell'Italia... Insomma! Dopo, la guerra l'ho vissuta in un modo assai traumatico. Firenze è vero, non fu bombardata in modo esteso come altre città, però per la popolazione civile fu tutt'altro che facile. I giovani come me erano ancora troppo piccoli per essere coinvolti attivamente, però non è che gli si potessero risparmiare esperienze veramente traumatiche. Infatti ci fu tutta una serie di episodi come i rastrellamenti degli uomini fatti dai tedeschi, che li andavano a cercare casa per casa e poi in buona parte li ammassavano nelle scuole Leopoldine. Io abitavo sull'angolo proprio tra Via della Scala e Piazza Santa Maria Novella, dal lato che sulla piazza confina con l'edificio delle scuole Leopoldine e che ha di fronte il portico del Brunelleschi, con tutti i rosoni del Della Robbia. In quella scuola lì venivano ammassati i poveretti che poi erano buttati su dei camion, con scene a volte strazianti delle madri e delle sorelle a cui erano strappati, per essere trasportati in Germania e "nobilitati" dal lavoro che si supponeva dovessero fare. Però ho visto anche episodi simili a quelli successi in Emilia, che sono raccontati nel libro di Giancarlo Panza; non l'ho letto, ma credo che lo comprenderò. Ho visto con i miei occhi che per un certo numero di giorni intorno al 15 agosto del '44, quando Firenze fu liberata dai tedeschi, gli americani

lasciarono fare e lì bastava che a qualcuno per la strada venisse l'idea di indicare: "Quel tale lo riconosco, è un delinquente fascista!" Allora veniva messo al muro e la gente applaudiva! Questo purtroppo dalle mie finestre si vedeva molto bene, perché c'è un posto proprio di fianco alla chiesa che era stato scelto per queste esecuzioni. Solo una piccolissima parte corrispondeva effettivamente a casi in cui qualche pazzoide di franco tiratore, dai tetti sparava addosso alla gente — allora si poteva capire — ma in alcuni casi erano addirittura piccole vendette personali. Comunque, la guerra è un'esperienza che naturalmente non auguro a nessuno di passarci attraverso, ma che insegna anche molte cose, veramente tante cose!

In tutto questo trambusto, come si svolse la sua vita scolastica?

Dopo le scuole elementari, iniziai a frequentare le scuole medie nel momento in cui c'erano, appunto, gli allarmi. Tra l'altro, fui costretto a scegliere come lingua straniera il tedesco, perché non c'era l'opportunità di scegliere altre lingue; devo dire però che fummo fortunati, perché almeno c'era un insegnante serio, un certo professor Ciulich, di origine tedesca, il quale ci insegnò abbastanza... Ma c'era anche una certa resistenza, perché era stata un'imposizione. All'epoca poi si insegnava ancora, non solo a leggere la stampa gotica, ma la scrittura in gotico corsivo, che stava andando in disuso anche fra i tedeschi, mentre da noi bisognava ancora scrivere in gotico corsivo! Dopo la scuola media fu deciso — ed io ero ben d'accordo, ed i miei genitori anche — che avrei fatto il geometra e quindi frequentai l'Istituto Tecnico per Geometri. Mi trovai molto bene; devo dire che mi divertivo; mi lasciava abbastanza tempo per passare buona parte del pomeriggio nella bottega di mio padre. Fra gli insegnanti c'era almeno un insegnante eccezionale, e questo credo sia importante che succeda a tutti i giovani. Venne solo a cominciare dalla terza classe. Era a un livello talmente diverso dagli altri, che noi rimanemmo come folgorati... Eravamo una classe di tipi un po' turbolenti, un po' zotici, così che quando arrivò questo tipo dall'aria giovanile, trovò una classe un po' sciatta; ma ci mise immediatamente a posto: tutti zitti ed in piedi quando entra il professore! Era l'insegnante di italiano. Si chiamava Umberto Olobardi, purtroppo è deceduto giovane in conseguenza di una malattia che aveva contratto durante la guerra. Era tenente degli alpini, era stato prigioniero dei tedeschi in condizioni molto dure. Quando leggeva un canto di Dante a una classe di geometri non volava una mosca! Eravamo incantati a sentirlo. Naturalmente però, quando correggeva i nostri compiti, i tre e i quattro erano all'ordine del giorno. Tuttavia riconoscevamo tutti che era una persona di classe ed eravamo anche molto interessati al suo impegno civico ed al suo coinvolgimento nella politica attiva. E fu così che io presi il diploma di geometra...

Quali erano i suoi rapporti con le materie scientifiche?

Erano buoni, anche se i professori non mi ispiravano particolarmente. Però certi aspetti erano interessanti, perché per esempio, uno imparava a calcolare quale fosse la resistenza di una trave con certe sollecitazioni ed era stimolato a andare forse anche un po' oltre quelli che erano i programmi scolastici. Devo dire che mi piaceva! Quello che poi successe, è che all'epoca, chi aveva il diploma di geometra con i cervellotici

regolamenti di allora, poteva accedere a un solo corso di laurea se voleva andare all'Università, cioè: Economia e Commercio. Io avevo apprezzato tutto, fuorché i rudimenti di contabilità che insegnavano ai geometri. Ho dimenticato di dire che c'era anche un professore di diritto, che era un tipo fantasioso, ma che per esempio, prendeva uno e gli diceva: "Tu vai in biblioteca, vai dove ti pare, ma tu tra 15 giorni devi chiarire alla classe la differenza tra concetto di possesso e concetto di proprietà". Quindi ti trovavi in condizione di studiare delle cose, ed in un modo che non credo succedesse in tutte le classi nella stessa maniera. A posteriori ho scoperto che Gilberto Bernardini era geometra anche lui, lei lo sapeva?

No, non sapevo nulla del suo periodo scolastico.

Si era diplomato geometra nello stesso Istituto Tecnico Galileo Galilei di Via Giusti dove mi sono diplomato io, ma l'ho saputo solo all'inizio degli anni '90, un giorno in cui François Mitterand fece una visita a Cortona. A Mitterand piaceva Cortona, piaceva Venezia. Quell'anno Mitterand decise appunto di fare una visita a Cortona, dopo essere stato a Venezia. Doveva essere in incognito: arrivò con due ore di ritardo, con gli elicotteri davanti e dietro, però ufficialmente in incognito! La famiglia Passerini possedeva a Cortona quello che viene chiamato comunemente "il Palazzone", un palazzo appunto che il cardinale Passerini mise a posto nel '500, in previsione di una visita papale — c'è anche un affresco di Luca Signorelli che era di Cortona — ma, non avendo più i mezzi per poterlo mantenere, ed essendo monumento nazionale, l'ultimo erede lo concesse in proprietà alla Scuola Normale, che ci tiene, fra l'altro, i corsi d'orientamento universitario. Io ero partito qui da Pisa — Bernardini era già in pensione — ed in quell'occasione passai a prenderlo a casa sua, vicino Firenze. Lungo la strada cominciammo a parlare e mi raccontò questo fatto, che lui appunto, era geometra, però all'epoca le regole evidentemente erano sufficientemente flessibili, per cui lui poté partecipare al concorso per la Scuola Normale. Dopo aver dimostrato che era capace, entrò alla Scuola Normale con solo il diploma di geometra, anche se non ci si poteva iscrivere all'Università, negli anni '50, senza un diploma di liceo. All'epoca, le prospettive economiche della famiglia erano migliorate e mio padre disse: "Se tu vuoi andare all'Università e vuoi veramente continuare a studiare, fallo pure!". Allora decisi che avrei provato a ottenere il diploma di liceo scientifico, che all'epoca era una impresa non trascurabile perché bisognava dare l'esame su tutte le materie, anche quelle che finivano al second'anno e in particolare, naturalmente, c'erano alcune materie che non erano mai state studiate nel corso per geometri, per esempio: Storia dell'Arte, Filosofia, Latino! Però volli provarci e devo dire che è stato un anno di studio molto intenso, ma di grande soddisfazione, perché me lo sono potuto organizzare a modo mio. Evidentemente uno a 18 anni ha una maturità diversa che a 14 o 15; quindi, studiando da autodidatta, si potevano godere certe cose che altrimenti, nel curriculum ordinario, probabilmente si sarebbero perse. Presi alcune lezioni private, solo di latino, ma prima di cominciare questo studio, chiesi un parere al mio professore, a Umberto Olobardi. Lui mi disse: "Perché no! Perché no!". Tra parentesi, era stato un caso strano che all'esame di maturità per geometri avessi avuto nove in italiano! Mi disse anche di provare a sentire

un giovane molto bravo, un assistente universitario di latino, che forse era disposto a darmi qualche lezione: “Vai a trovarlo!”. Ricordo che andai a casa sua e lui mi chiese: “Ma tu sai il latino?” Ed io: “l’ho fatto alle scuole medie”. Prese il *De Bello Gallico* e mi fece leggere qualche frase; dopo di che si mise le mani nei capelli! Decisi ugualmente di andare avanti. Ricordo quando arrivai al momento di fare domanda per l’esame di stato, come privatista. Alcuni mi consigliavano: “Chi te lo fa fare di fare l’esame a Firenze, tu come privatista puoi scegliere, vai a San Miniato che è a mezza strada tra Firenze e Pisa, perché lì c’è un liceo scientifico dove sono probabilmente più indulgenti”. Ma l’idea di andare a San Miniato non mi sorrideva; allora dissi: “Io provo a fare l’esame qui a Firenze”. E feci l’esame. Ci fu un poco da ridere! Non per vantarmi, ma fui l’unico in tutto il liceo scientifico di Firenze che prese otto in latino alla maturità; perché mi ero divertito! Adesso non saprei leggere una lapide! Leggere Socrate e Platone era stato estremamente interessante, mi ero anche divertito da pazzi a leggere il Don Chisciotte in spagnolo. Dovetti infatti studiare una lingua straniera e mi rifiutai di studiare il tedesco e fare l’esame di Tedesco e decisi di studiare Spagnolo. Per fortuna conobbi il vice console spagnolo a Firenze e lui mi dette un po’ di istruzioni su come si studia lo spagnolo in pratica; io lo feci e lessi in spagnolo, con grande gusto! Alla maturità successe che i miei voti più scadenti furono in fisica; se ben ricordo furono l’unico sei o sette che presi alla maturità, perché, in realtà, io mi ero letto il libro di Fermi per i licei, e non lo avevo capito a fondo, ma avevo tante altre cose da studiare di cui non sapevo nulla, e soprattutto, devo dire, feci una fatica non trascurabile, anche perché lì non ebbi nessuno che mi istruisse minimamente. Il testo che io studiai, di matematica per i licei, e che trovai per caso, spiegava effettivamente il concetto di limite, derivata e integrale in generale, insomma spiegava il calcolo in una maniera che a posteriori non mi è piaciuta per nulla. Quindi apprendere quei concetti da solo, battendo la testa sulle definizioni del libro, non fu banale. Fu forse la cosa più difficile, ma alla fine una delle più divertenti, perché mi dava uno strumento per fare delle cose che prima non sapevo fare.

Che progetto aveva in mente?

Io volevo fare il costruttore di ponti; avendo fatto il geometra volevo fare l’ingegnere civile, questo era quello che avevo in testa! Dopo il risultato positivo dell’esame di stato, quell’assistente di latino che mi aveva dato lezione disse che effettivamente aveva perso la fiducia nella capacità degli insegnanti di giudicare, ed io, fra me e me, gli diedi ragione. Comunque andai a trovare Umberto Olobardi il quale in quel momento — non me lo aveva mai detto prima — mi disse dell’esistenza della Scuola Normale e che lui ne era stato allievo. “Visto che sei andato così bene”, mi disse, “perché non provi il concorso alla Scuola Normale?”. Tutto questo avvenne alla fine di luglio del ’53 ed all’inizio di settembre io venni a Pisa. Ricordo che allora la Scuola era veramente ai minimi termini come numero delle persone addette, e aveva anche molti pochi soldi per funzionare, come ho capito dopo. Comunque c’era un unico impiegato di segreteria ed un cosiddetto economo, che insieme si occupavano di tutta l’amministrazione. Il segretario Mariotti mi promise di fare copia di alcuni temi che erano stati dati ai concorsi precedenti e con quello me ne tornai a casa e cercai di capire quali fossero i quesiti; ricordo quelli un po’

più ostici, che si riferivano alla termodinamica, ai concetti di entropia e così via. Però li feci da solo quei compiti e dopo venni a fare il concorso e non ebbi difficoltà particolari a fare gli scritti. Quell'anno, all'inizio di novembre del '53, non erano moltissimi quelli che fecero le prove scritte; direi meno di quaranta. A posteriori si può dire però che fu un anno eccezionale. Dopo gli scritti, se uno si trovava ammesso all'orale, era naturalmente tutto contento. All'epoca il concorso era per l'ammissione alla Classe di Scienze nel suo complesso, quindi non si distingueva tra chi voleva fare Matematica, chi voleva fare Fisica, chi voleva fare Scienze Naturali, chi Chimica, oppure Antropologia.

Cosicché all'orale c'erano quesiti su tutte queste discipline. Ricordo che di Matematica c'era un certo professor Francesco Cecioni, una persona molto brava che insegnava all'Università di Pisa, di Chimica c'era Camillo Porlezza, di Scienze Naturali Mario Benazzi e poi di Fisica c'era Giorgio Salvini. Questa era la commissione che ci esaminò. L'episodio che ricordo meglio e che mi fece subito conoscere uno degli aspetti del carattere di Giorgio Salvini, fu il seguente. Dopo aver fatto l'orale delle altre materie, feci l'orale di Matematica, e dopo mi acchiappò Giorgio Salvini per la Fisica. Domande di qua, domande di là, alla fine mi chiese: "Ma tu come sei andato a Matematica?" E io gli risposi: "Mah, insomma, più o meno me la sono cavata, però non è che abbia saputo rispondere a colpo, perché erano domande che cercavano di far ragionare la persona". Si infuriò terribilmente! Non ricordo le parole precise, ma rimasi sbalordito. Ho capito poi che lui aveva parlato con il professore di matematica il quale gli aveva detto che ero andato molto bene. Questo implicava allora che io dicessi volutamente che ero andato male, e giù mi fece una sciacquata di quelle che lasciano di gesso! Il suo ragionamento era che io dicevo ipocritamente che ero andato male, invece dovevo sapere per forza di essere andato bene! Non so per quale scopo perverso io avrei dovuto comportarmi così, ma comunque... Alla fine il risultato fu molto buono. Devo dire che superare il concorso ha segnato la mia vita e così è stato anche per parecchi di quelli che vinsero il concorso nello stesso momento! C'erano: Giorgio Bellettini, Vittorio Silvestrini, Carlo Rubbia. C'era tutta una serie di altre persone come: Bruno Barsella e Luigi Picasso; c'erano anche dei matematici, c'era almeno un chimico, in totale c'erano, mi pare, 10 posti, perché all'epoca tipicamente entravano appunto una decina per classe. Normalmente avveniva una specie di decimazione durante il primo anno, per cui, tipicamente, ne rimanevano solo due o tre al secondo anno. Per esempio: dei due anni precedenti al mio, erano rimasti come fisici solo Sergio Focardi e Paolo Franzini. L'anno precedente erano rimasti solo due matematici e un fisico, Sergio Rosati; erano numeri di questo genere al secondo anno. Al contrario, quell'anno lì, successe che al secondo anno passarono direi tutti; l'unico che non riuscì fu un amico che adesso è professore di astrofisica a Roma Tor Vergata. Fu quindi effettivamente una fluttuazione positiva, assai straordinaria.

La cosa curiosa — quella Carlo Rubbia non l'ha mai perdonata — successe appunto all'epoca del concorso, quando lui era già brillante com'è sempre stato in vita sua. Era però abbastanza evidente che pretendeva di sapere anche le cose che non aveva approfondito e devo dire che fu proprio questo che a Salvini non andò giù, tant'è vero che lui fu l'undicesimo classificato quando c'erano dieci posti; il dodicesimo corrispose ad un altro amico che poi è andato a Modena. Carlo Rubbia entrò alla Scuola solo dopo

Natale, perché erano stati buttati fuori altri due dell'anno precedente. A Carlo non è bastato il premio Nobel per liberarsi dal considerare un'offesa il fatto che qualcun'altro fosse stato piazzato meglio di lui nel concorso mentre lui invece era un recuperato!

Anche Fermi non aveva mai perdonato la commissione che non gli aveva fatto vincere la cattedra di Fisica Matematica a Cagliari; fortunatamente, perché poi invece vinse quella di Fisica Teorica a Roma, creata su misura per lui. Forse perché queste sensazioni, legate a situazioni emotivamente importanti, restano per sempre.

Ma la cosa curiosa è che Carlo ne continua a fare — anche se solo scherzosamente — una colpa, non tanto alla commissione esaminatrice, ma a quelli che erano stati classificati meglio di lui!

Comunque resta il fatto che eravate un gruppo brillante e vi stimolavate a vicenda.

Fu molto stimolante. Se ho imparato qualcosa — e forse sono ingeneroso nel dirlo — non l'ho imparato tanto dai professori, quanto dalle continue discussioni, dalla dialettica durissima che avevamo fra di noi su qualunque argomento, vivendo insieme dalla mattina alla sera per quattro anni. E poi avevamo a disposizione, fin dall'inizio, la possibilità di discutere e di apprendere da quelli, anche se erano pochi, che erano venuti prima di noi e che ne sapevano infinitamente di più. Se uno aveva una cosa che doveva capire, se la girava in testa quanto voleva, ma al momento in cui voleva controllare se quello che lui aveva sistemato nella sua testa, corrispondeva alla accezione comune per quei problemi, che fosse di notte o di giorno, trovava quello che gli poteva dare l'informazione giusta. Quella fu una gran cosa, non certo le lezioni formali che venivano fatte, anche se alcune erano di ottimo livello, per esempio: quelle di Fisica Teorica di Elio Fabri e di Luigi Radicati. Per carità, non voglio diminuire l'impatto dell'insegnamento in aula, ma quello che era veramente formativo al massimo era il contatto e la dialettica con gli altri, perché quando uno considera di essere sullo stesso piano, lo scambio è molto più efficace, diciamolo pure!

Nel corso degli studi universitari, quali sono stati gli aspetti che hanno avuto particolare rilevanza rispetto ai suoi interessi?

Non ebbi difficoltà particolari e una persona che apprezzai molto, perché insegnava bene, era Carlo Cattaneo. Lui veniva dalla scuola di Antonio Signorini, da Roma; teneva il corso di Meccanica Razionale. Era un didatta accurato, molto accurato.

C'era Radicati che faceva il corso di Fisica Teorica...

Radicati arrivò quando noi eravamo al terzo anno e tenne il corso di Istituzioni di Fisica Teorica al terzo e quarto anno, mentre per la Fisica Sperimentale, da qualche anno, c'era Marcello Conversi, venuto dopo Luigi Puccianti e poi Salvini, ma per un periodo breve, perché poi andò via da Pisa, alla fine del '54. C'era anche un'altra persona che ha fatto del lavoro eccellente, veramente bravo, ma con cui all'epoca avevo pochi rapporti: Adriano Gozzini. Io ho seguito il corso di Fisica Sperimentale di Conversi al primo e al secondo anno. Il corso non aveva nulla di

sperimentale; al primo anno si usava il libro di Bernardini ed al secondo quello di Amaldi.

Quindi era la Fisica Generale.

Sì, la Fisica Generale come si faceva dappertutto. I due professori ordinari si alternavano; chi capitava un certo anno dispari seguiva con Conversi tutti e due gli anni; chi capitava nell'anno pari lo faceva con Salvini. Successivamente, a Pisa è venuto Gherardo Stoppini, con cui sono stato molto amico, ma è venuto più tardi, direi intorno al '64, quindi non ha influito sul corso. Tra i professori più significativi oltre a Conversi, per quanto mi riguarda, c'è stato Elio Fabri, che faceva una specie di corso di Fisica Superiore, che però consisteva in Meccanica Analitica e anche in certi aspetti di Relatività ; e poi, come ho detto, Carlo Cattaneo e Luigi Radicati. Mentre un disastro fu Ugo Bordoni, ma stette solo un anno o due, intorno al '55. Credo venisse da Roma, aveva fatto qualche cosa per cui era diventato all'improvviso molto noto; aveva avuto la cattedra, ma aveva un caratteraccio e avvennero degli episodi un po' spiacevoli perché ricordo che questo signore costringeva l'assistente a seguire le sue lezioni, cosa che a Pisa non si era mai vista. Inoltre, per sua sfortuna, si trovò ad avere tra gli allievi un gruppo di persone come quelle che ho ricordato, e lui pretendeva di dimostrare teoremi mentre farfugliava cose che non quadravano. Non tutti fra di noi erano disposti a perdonargli il fatto che non quadrassero, non so se mi spiego! Da qui il grandissimo imbarazzo dell'assistente che veniva chiamato in causa e che, poverino, non sapeva che parte prendere. Bordoni aveva preso in antipatia tutto il nostro gruppo, cosicché, arrivati all'esame, inventò uno scritto in cui erano proposti dei problemi che nessuno aveva mai visto nemmeno lontanamente, quindi, arrampicandoci sugli specchi, più o meno tutti rispondemmo qualcosa. Alla fine si poté prendere la sua "vendetta", perché, per poter restare in Normale bisognava prendere una media del 27, ma soprattutto non prendere un voto inferiore al 24. Al povero Giorgio Bellettini alla fine diede 23, proprio calibrato, per dimostrare che lui se lo poteva permettere, tant'è vero che poi Giorgio, per l'ultimo anno, venne a Roma e fece una tesi con Eolo Scrocco. Quello fu senz'altro il nostro peggiore professore. Non solo perché aveva il carattere che lo induceva a fare delle cose di quel genere, ma proprio perché era chiaro che non si preparava e non era scientificamente tollerabile quello che diceva.

Oltretutto non era assolutamente adeguato alla situazione!

No! Poi invece, al momento della tesi, devo dire che ci furono delle circostanze particolarmente favorevoli. Molti di noi fecero la tesi con Marcello Conversi naturalmente; per esempio: Carlo Rubbia fece una tesi sulla ricerca di una particella che sembrava essere stata intravista — 550 masse elettroniche — andando su e giù al rifugio dei Sabbioni, alla diga; alla fine si scoprì che la particella non esisteva, dopo tanta fatica! Però nel '56 Jack Steinberger aveva preso un anno sabbatico e ne passò una parte a Bologna e una parte a Pisa, essendo un grande ammiratore di Marcello Conversi. Era anche un grande ammiratore di Gian Carlo Wick e di Enrico Fermi di cui era stato allievo nel '48 a Chicago. Però Jack era veramente impressionato da Gian Carlo Wick, come uomo e come scienziato, soprattutto come uomo, e da Marcello Conversi. Fu infatti proprio in

conseguenza dell'esperimento di Marcello Conversi, Ettore Pancini e Oreste Piccioni che da teorico decise di diventare sperimentale. All'epoca Jack era assistente di Gian Carlo Wick a Berkeley e fu poi il primo a provare che il decadimento del mesone μ non era a due corpi, perché lo spettro di energia dell'elettrone era continuo. Seppe dell'esperimento Conversi-Pancini-Piccioni direttamente durante un seminario fatto da Fermi a Chicago, in cui spiegò come appunto, con questa misura, si potesse escludere che questo fosse il mesone postulato da Yukawa quale portatore dell'interazione tra i nucleoni: non escludendolo approssimativamente, ma per un fattore 10^8 ! Gli piacque tanto che qualcuno avesse individuato un esperimento che permetteva, in una botta sola e con mezzi così semplici, di ottenere un risultato così solido, che fu indotto a dedicarsi alla fisica sperimentale piuttosto che a quella teorica. Credo che già allora lui avesse fatto un calcolo che riguarda la vita media del π^0 con il così detto diagramma triangolare, calcolo che ha ancora una sua validità.

Appena divenne disponibile la tecnica della camera a bolle a Brookhaven e a Berkeley, Jack la utilizzò per fare delle esposizioni, ad energie di poco più di un GeV, per lo studio delle interazioni pione-protone. Prima e durante il tempo che trascorse in Italia, furono effettivamente fatte delle esposizioni a Berkeley e al Cosmotrone di Brookhaven — dove all'epoca c'era anche Piccioni — e furono spediti in Europa molti dei rotoli di film che erano stati fatti. Jack convinse Conversi e Giampiero Puppi che era opportuno dedicarsi alla analisi di questi fotogrammi; allora Paolo Franzini, che era un po' più anziano di noi, si diede da fare per costruire un sistema di riproiezione delle immagini che consentisse di fare delle misure, naturalmente manuali — non esistevano computer; avevamo solo una macchina calcolatrice meccanica "Friden". Tutto fu in realtà fatto con i regoli calcolatori.

Era venuto fuori da poco il risultato sbalorditivo che le interazioni deboli, almeno quelle che coinvolgevano i neutrini, non rispettavano l'invarianza sotto riflessione spaziale e lì ci fu subito un quesito che si poteva porre molto chiaramente: nelle interazioni deboli, che non coinvolgono neutrini e quindi che non coinvolgono particelle di massa zero le quali hanno una chiralità definita, è vero che la parità è conservata? Oppure no? In altre parole: la non invarianza per riflessione spaziale è una proprietà generale delle interazioni deboli o è una peculiarità dei neutrini? Io ebbi la fortuna di contribuire a rispondere a questo quesito con la mia tesi, che era appunto parte dello studio fatto con Conversi, interagendo anche con Jack Steinberger. Era lo studio della non conservazione della parità nel decadimento della Λ . La Λ era prodotta da un'interazione forte e può essere prodotta polarizzata; la sua polarizzazione, se non è zero, è comunque perpendicolare al piano di produzione. Dopo uno può studiare quale sia la distribuzione angolare dei prodotti di decadimento rispetto alla perpendicolare al piano di produzione. Questa distribuzione risulta asimmetrica e ciò è effettivamente una prova inconfutabile che la violazione della parità nelle interazioni deboli accade anche quando non ci sono neutrini. Il lavoro fu graduale, perché bisognava raccogliere una statistica sufficiente. Gli eventi erano stati divisi fra più laboratori; Jack Steinberger coordinava i dati mettendoli poi insieme. Il risultato fu raccontato alla conferenza di Padova-Venezia nel '57. Così io mi laureai alla fine del '57 su quell'argomento. Era facile rimanere affascinati da tutto ciò ed aver potuto dare, sia pure in piccola parte, un contributo anche con mezzi

relativamente semplici. Questa misura ha avuto un impatto molto forte sul mio modo di vedere come operare in fisica sperimentale in generale; quello era un caso specifico.

Ma lei era partito con l'idea di fare l'ingegnere, come mai poi decise di studiare fisica?

Perché quando entrai alla Scuola Normale non c'era Ingegneria, quindi uno si doveva iscrivere alla Facoltà di Scienze o rinunciare al posto in Normale. Io fui un po' incerto, ma dissi: "Chi me lo fa fare? Così effettivamente sono anche indipendente finanziariamente dalla famiglia". Per cui mi dissi: "No, io resto in Normale". Mi informai e mi iscrissi a Matematica, perché venne fuori che forse per un qualche motivo di esercitazioni, sarebbe stato più semplice. Io in realtà pensavo: al secondo anno, o alla fine del biennio, vado a fare Ingegneria. Sono stato iscritto a Matematica per un anno. Dopo di che però, stando vicino a tutti questi altri che avevano le idee più chiare di me sulla fisica, mi sono convertito. Forse non è così strano perché, il tipo di ingegneria che volevo fare io, avrebbe comportato comunque di capire le cose in profondità. Insomma: come costruire un ponte serio, che non sia inutilmente sovrappeso, ma che possa garantire di resistere anche se ci passa sopra l'esercito in marcia alla frequenza di risonanza! Per cui c'era affinità; ad un certo momento decisi: "Intanto facciamo Fisica". E così cambiai e mi spostai a Fisica. Il mio gusto per certe cose ingegneristiche ho avuto modo a volte di esercitarlo nella costruzione di oggetti che hanno a che vedere con la strumentazione; non ho mai esercitato come progettista di ponti o edifici.

La scelta di una tesi sperimentale come avvenne?

Steinberger venne a visitare Conversi, gli lasciò alcune foto, ma su carta fotografica, non c'erano i fotogrammi originali. Forse Conversi era a corto di idee, comunque un giorno mi disse: "Guarda, prendi questa foto. Secondo te cosa c'è in questa foto?". Io cercai di capire quelle tracce che cosa potessero rappresentare e da lì partì il discorso, perché poi, con Franzini, si cominciò a costruire questo proiettore. Si capì che ci poteva essere più di un buon argomento di tesi, perché su quelle stesse foto, oltre a misurare le proprietà relative alla inversione spaziale, furono misurati anche gli spin, le distribuzioni angolari e varie cose di questo genere. Mi trovai così coinvolto. Lavorammo molto duramente a partire dall'autunno del '56; avevo finito gli esami circa un anno prima della fine del quarto anno e quindi, a partire dalla seconda parte del '56 e per tutto il '57, mi potei dedicare alla tesi.

Perché poi gli articoli sulla non conservazione della parità vennero fuori tra l'autunno del '56 — quello di Lee e Yang — e l'inizio del '57.

Una prima pubblicazione, con la partecipazione del gruppo di Pisa, è venuta fuori prima della tesi che fu discussa a metà dicembre. D'altronde a Pisa, c'era stato già da prima, da parte soprattutto di Giuseppe Martelli e di Luciano Bertanza, un interesse verso le camere a bolle; in realtà più verso la costruzione delle camere che verso le problematiche di fisica. Oltre al lavoro di analisi dei fotogrammi cercammo poi di sviluppare delle camere a bolle di uso semplice e con possibilità d'impiego in esperimenti fattibili con i mezzi a disposizione allora. Volevamo, ad esempio, progettare una camera che potesse

funzionare a circa la temperatura ambiente, mentre le camere a propano funzionano a circa 55 °C e quelle ad idrogeno a circa 20 K, richiedendo perciò una delicata criogenia.

Ad un certo momento, in vista di un esperimento all'elettrosincrotrone che stava per entrare in servizio, decidemmo che la temperatura adatta per noi era quella dell'acqua dall'acquedotto di Frascati; non scherzo! Sviluppammo una piccola camera a bolle che era riempita di propano ed etano e che si poteva far funzionare alla frequenza di 5 volte al secondo. A questo ritmo elevato, però, ci voleva un sistema di compressione e espansione assai grosso, per cui fu necessario acquistare un compressore da 60 kW. L'idea era che adoperando una cameretta di questo genere, ricca in nuclei di carbonio, e che poteva espandersi all'incirca 5 volte al secondo, si potesse fare qualcosa di utile all'elettrosincrotrone, nel '59.

I protoni possono essere prodotti da reazioni di fotoproduzione; se un fotone interagisce con un protone producendo un mesone π^0 , il protone stesso rincula. Il protone di rinculo può essere polarizzato ortogonalmente al piano di produzione, anche se la parità in questo caso è conservata e pur partendo da protoni inizialmente non polarizzati. Se questi protoni polarizzati urtano un nucleo di carbonio vengono diffusi più a destra o più a sinistra a seconda della entità della loro polarizzazione. Allora, se ho dei protoni che hanno il loro spin orientato in una certa direzione ortogonale a un certo piano e questi collidono con un nucleo di carbonio, c'è una diversa probabilità che siano diffusi a destra oppure a sinistra, in funzione della entità della polarizzazione. Questo è quello che viene chiamato il potere analizzante della polarizzazione, proprio del carbonio. In una camera a bolle gli eventi di diffusione possono essere osservati. Era necessario prendere le foto solo in presenza di effettive interazioni, altrimenti si sarebbe sprecata una quantità eccessiva di film. Siccome la camera a bolle deve essere espansa prima che arrivino le particelle, l'unica cosa che si può fare è di non sparare il flash per non impressionare la pellicola se si sa che non si è prodotto alcun evento d'interesse. Per far fronte a questo problema — in particolare con il contributo di Paolo Franzini, il più esperto fra noi in elettronica — costruimmo un sistema formato da un magnete e da alcuni rivelatori, che seguiva la traiettoria dei protoni di rinculo derivanti dalla fotoproduzione fino all'ingresso della camera a bolle; in caso di eventi considerabili dei buoni candidati, sparavamo il flash. Dopo abbiamo studiato le foto e abbiamo messo in evidenza l'asimmetria attesa.

E già questa fu una collaborazione di dimensioni apprezzabili. In realtà erano solo persone provenienti da Pisa; avevamo però un ospite sudafricano, il professor Pieter H. Stoker, venuto per un anno in Italia dalla Cape Town University. Fu un'esperienza interessante, una delle prime esperienze a Frascati.

Perché alla fine del '59 la lunga attesa era finita, il sincrotrone di Frascati era entrato in funzione e si potevano fare esperimenti. Che tipo di interesse aveva un esperimento di questo genere?

Mah, non so ben giudicare. Era un effetto collegato allo spin. Non credo che ci fossero teorie capaci di predirlo e che, a seconda del risultato, sarebbero state invalidate. Il fatto è che mancavano le informazioni, quindi era una informazione utile; si è potuta ottenere con mezzi modesti e l'esperimento aveva una sua logica. Secondo me fu molto

istruttivo per noi che partecipavamo a quella attività; credo che fosse anche abbastanza utile per il laboratorio. Mi riviene in mente un episodio che può servire ad illustrare un tratto tipico del carattere di Giorgio Salvini! Un bel giorno Paolo Franzini, Vittorio Silvestrini ed io andammo a Frascati per renderci conto della situazione della macchina e del laboratorio. Erano le prime prove di funzionamento del sincrotrone. Arrivammo lì la mattina. Parla con questo, parla con quest'altro... Incontrammo Gianfranco Corazza, Gian Paolo Murtas e Giordano Diambri. A un certo momento smisero di far le prove, andammo allora nella sala dove avrebbe dovuto essere installato il nostro dispositivo. Più tardi, verso l'ora di pranzo, andammo a presentare i nostri rispetti al Direttore del Laboratorio. Ci riceve, tranquillamente, si chiacchiera, ci fa alcune domande, qui e là... Non sapevamo di stare per cadere in un tranello! Lui ci aveva adoperato come cavie — l'ho capito dopo — per testare se le sue disposizioni draconiane sulle regole d'accesso alla sala sperimentale fossero state effettivamente rispettate oppure no! Quando gli si disse che avevamo visto la zona dove doveva essere installato il nostro dispositivo, Salvini si fece scuro in volto e si bloccò tutto; venne fatta una chiamata generale: Icilio Agostini, Giorgio Ghigo, Romano Toschi, Gianfranco Corazza; almeno questi quattro me li ricordo con i miei occhi, lì, sull'attenti! a rispondere del fatto: "Come si erano permessi di non aver imposto agli operatori l'utilizzazione dei *birilli*?" I birilli erano stati istituiti da pochissimo; consegnandone, anche uno solo, ad un visitatore, si rendeva impossibile il funzionamento della macchina. Chiunque andasse nella sala sperimentale superiore, nella zona in cui si poteva essere esposti alle radiazioni, doveva prendere uno di questi oggetti con sé. Noi non li avevamo presi! Però la regola, tanto per non saper né leggere né scrivere, doveva applicarsi comunque! Una scena incredibile! Ci sentivamo nei confronti di questi altri, come dei delatori, come delle spie! Insomma: questo fu il nostro primo impatto con il Laboratorio di Frascati!

Dopo di che, invece, tutto fu abbastanza tranquillo, l'esperimento funzionò bene. Passavamo a volte delle notti intere a prendere dati; non tutte erano sempre efficienti; a volte ci siamo goduti Alessandro Alberigi Quaranta a cui piaceva cantare dei pezzi di lirica da un esperimento accanto; il suo canto era sperimentalmente l'unico modo per far tacere i grilli alloggiati nel canalino dei cavi dove facevano il loro coro nel mezzo della notte, malgrado le rumorose espansioni della camera a bolle: pum-pum-pum-pum, cinque volte al secondo. Una notte ci eravamo fatti preparare un thermos di caffè e ci fu detto, verso mezzanotte, che il sincrotrone non avrebbe potuto funzionare fino al giorno dopo; allora, prima di andare via, ci bevemmo il caffè e quella fu una volta in cui non abbiamo dormito per nulla perché non ci eravamo resi conto che, alla mensa del laboratorio, il thermos lo avevano riempito con tanti espresso. Bevemmo caffè in così grande quantità, come se fosse il caffè fatto con l'orzo durante la guerra. Per noi fu una bomba di caffeina!

Questo fu il periodo più o meno meno successivo alla laurea. Quale era la sua posizione?

La situazione era completamente diversa da quella del giorno d'oggi, perché altrimenti non sarei rimasto. Avrei fatto qualche altra cosa, mi sarei dedicato di nuovo all'Ingegneria od a sfruttare il mio diploma di geometra; tutti gli ex compagni di scuola hanno fatto soldi e stanno benissimo. No, io mi laureai nei primi giorni di dicembre e già dal 15 dicembre fui incaricato di un corso di Laboratorio di Fisica. Come professore incaricato, mi trovai ad insegnare e a fare esami anche a persone ben più anziane di me, perché allora gli studenti del biennio erano tutti insieme, anche gli ingegneri, e molti erano ritardatari. Inoltre, non immediatamente, ma direi un anno dopo, fummo associati all'INFN e diventammo rapidamente R5. Naturalmente poteva benissimo succedere che, alla fine dell'anno, non ci venisse rinnovato il contratto di professore; erano contratti temporanei, però esistevano! All'epoca, l'insieme dei professori e degli assistenti dell'Istituto di Fisica si contava sulla punta delle dita; ma no, non ci volevano tutte e due le mani, ne bastava poco più di una, mettendoci tutti gli assistenti; quindi non si poteva giudicare quali fossero le possibilità di sviluppo. Quello che successe è che, verso la fine del '60, fu chiamato Carlo Franzinetti a Pisa e contemporaneamente andò via Marcello Conversi, che rientrò a Roma. Quello fu un evento importante, perché Franzinetti giustamente ci disse: "Non dovete essere provinciali, la prima cosa che dovete fare è conoscere il mondo! Andate all'estero!". Aveva perfettamente ragione, anche se questo presentava qualche incognita. A me consigliò di fare il concorso per una borsa per gli Stati Uniti, denominata "Borsa Nato", che mi fu effettivamente assegnata. Franzinetti aveva preso contatto con Bernard Feld al MIT; io sapevo solo che sarei andato lì per utilizzare questa borsa. Dal MIT David Frisch — con il quale poi ho lavorato e che è anche stato veramente un buon amico — mi mandò il fotogramma di un oggetto che si faceva molto fatica a capire cosa fosse. In effetti era una camera a scintilla, invece che una camera a bolle. Il grosso vantaggio di una camera a scintilla è che si può decidere, a posteriori, dopo che si è prodotto l'evento, se effettuarne o no la registrazione sparando l'alta tensione che provoca le scintille, invece che espandere a priori. Quello fu il grosso progresso dovuto a James Cronin. Allora di questo oggetto c'era solo una immagine; cercai di capire di cosa si trattasse. Poi l'oggetto lo vidi effettivamente perché, nell'ottobre del '61, armato di moglie e di un figlio non ancora in grado di camminare, andai a Brookhaven, dove il gruppo del MIT lavorava. Ci siamo rimasti un po' più di due anni; dopo ho proseguito dall'Italia la collaborazione con il gruppo perché, proprio mentre stava finendo il periodo di estensione per un secondo anno della borsa, si era trovato un promettente filone di ricerca; i colleghi americani mi diedero quindi la possibilità di continuare a lavorarci sopra, andando per periodi di due o tre settimane per volta a prendere i dati; contemporaneamente a Pisa misi su un gruppo che potesse farne l'analisi.

Quindi fu un'esperienza molto preziosa, che oltretutto la inserì in un circuito internazionale.

Sì, quello fu un periodo molto molto interessante; ci permise di fare del lavoro in competizione con il CERN, ed anche, da un certo punto di vista, vincente. All'epoca in

Europa non c'era altrettanta esperienza che negli Stati Uniti e l'AGS, pur entrando in funzione parecchi mesi dopo il PS, riuscì a fare della fisica nettamente più significativa di quella fatta al CERN. Questo, secondo me, è avvenuto perché negli Stati Uniti c'erano capacità ancora non presenti in Europa. Dopo anche l'Europa è progredita, per carità, ma si sta parlando dell'inizio degli anni '60 e gli Stati Uniti avevano tradizioni di lunga data.

È stata per me un'esperienza molto positiva anche perché, tornato in Italia e mandando avanti l'analisi di questi dati, riuscimmo ad arrivare prima di un gruppo di Saclay impegnato nello stesso tipo di ricerca: lo scattering con scambio carica dei pioni. Successivamente, dopo una prima fase, decisero che sarebbe stato interessante ed anche un test cruciale della "Teoria di Regge" — che allora andava per la maggiore — studiare sempre lo scambio carica pione-nucleone, ma utilizzando una targhetta di idrogeno polarizzata, per uno studio degli effetti di spin; secondo la teoria di Regge, non ci sarebbe dovuta essere dipendenza dallo spin. Il cambiamento di polarizzazione nella targhetta avrebbe permesso la misura degli effetti di spin.

Questa targhetta polarizzata sarebbe stata disponibile attraverso il gruppo di Saclay, perché la tecnica era stata sviluppata da Anatole Abragam proprio a Saclay. Abragam aveva inventato il sistema di pompaggio nel quale la polarizzazione statica degli elettroni, imposta da un forte campo magnetico, veniva trasmessa gradualmente ai protoni; bastava cambiare di pochissimo la radiofrequenza applicata alla targhetta per produrre una inversione della polarizzazione. Allora, senza perturbazioni apprezzabili, ma semplicemente invertendo la polarizzazione, uno poteva mettere in evidenza gli effetti di spin in un modo praticamente immune da errori sistematici. Il gruppo di Saclay era all'epoca ben dotato di mezzi strumentali; Saclay era un laboratorio importante anche per fini al di fuori della ricerca di base. In particolare aveva la disponibilità di questa targhetta che poi fu adottata anche dal CERN. Loro furono abbastanza gentili e invece di fare le cose in modo autarchico, visto che avevamo fatto esperienze di scambio carica a Bookhaven, mi invitarono a lavorare con loro, insieme al piccolo gruppo che si era costituito a Pisa. Fu nel '65 e poi naturalmente sono rimasto molto amico con queste persone ed abbiamo collaborato a lungo insieme.

Quindi siete stati tra i primi gruppi completamente esterni che hanno lavorato al CERN.

Il gruppo di Saclay, era stato il primo in assoluto a fare una misura al PS del CERN senza collaboratori appartenenti al personale del CERN; poi la continuazione con la targhetta polarizzata fu il secondo caso in cui un gruppo esterno al CERN, che non aveva né fisici né tecnici del CERN, ebbe la possibilità di fare un esperimento al PS. Fino ad allora il criterio adottato dal laboratorio era che gli esperimenti venissero fatti dallo staff del CERN, non dai gruppi esterni. Ciò era forse giustificato nel caso della costruzione di grosse camere a bolle, che richiedevano mezzi ed avevano difficoltà tecniche molto considerevoli. Adesso le cose sono cambiate. Quello fu comunque il primo caso in cui la direzione scientifica venne convinta ad accettare proposte da gruppi completamente esterni al CERN, impegnandosi solo a fornire il fascio.

Come riusciste a convincere il CERN? Chi erano i vostri interlocutori?

Era la così detta divisione EP — “Experimental Physics” — i cui responsabili erano abituati a vedere le esperienze fatte solo dai loro colleghi del CERN. Io credo che li contò molto il fatto che Saclay avesse le spalle grosse e che in particolare possedesse questa tecnica delle targhette polarizzate. Il CERN l’ha poi importata, assumendo anche personale di Saclay che ci aveva lavorato sopra; non erano oggetti banali... Naturalmente una volta aperta una strada proficua, si va avanti!

Quindi in questo senso siete stati pionieri...

In un certo senso, nella sociologia degli esperimenti, sì! Il numero di persone era limitato: 5 o 6 persone da Saclay con i loro tecnici e 3 o 4 da Pisa. Questi erano i numeri, come per tutti gli esperimenti precedenti. Ciò permise di farsi un’esperienza, di acquistare una certa fiducia in noi stessi, di capire come si costruiscano certi strumenti e come si possa definire una linea di ricerca relativamente autonoma. È risultato importante che il CERN sia stato disponibile a fornire il fascio.

Come era composto il gruppo di Pisa?

Era un gruppo piccolo: c’ero io con quattro o cinque giovani, tutti laureati con me. C’era Franco Sergiampietri e c’era Angiolino Scribano. Mah! Bisognerebbe che riguardassi la lista degli autori... C’era Giuseppe Pierazzini naturalmente, il mio primo laureando.

Come si era formato il gruppo nel tempo?

Si era formato dal momento in cui io ritornai a Pisa con i dati raccolti a Brookhaven, alla fine del ’63. Fu messo su un sistema di misura specifico per contribuire in maniera importante all’analisi dei dati raccolti a Brookhaven. A Pisa, rispetto al gruppo del MIT, avevamo più esperienza nell’analisi dei dati di camera a bolle e potemmo utilizzare dei sistemi di misura già esistenti, semplificandoli ed adattandoli per la camera a scintilla. Fu anche molto utile il fatto che esistesse già una vera organizzazione e “scanners” esperti.

In precedenza aveva accennato al fatto che due persone si erano già occupate di camere a bolle a Pisa.

Uno era Luciano Bertanza — che ora viene di rado perché è in pensione, pure mantenendosi in contatto — e l’altro era Giuseppe Martelli.

Come avevano iniziato questa attività?

L’avevano sviluppata in proprio! Per maggiori dettagli bisognerebbe sentire Bertanza. Ricordo bene che la camera a bolle fu scoperta nel ’53. Era un nuovo rivelatore con grande potenzialità che poteva essere costruito con varie dimensioni e caratteristiche. Precedentemente a Pisa avevano anche costruito una camera di Wilson per ricerche sui raggi cosmici, ma non sono al corrente di alcun risultato significativo. Quando arrivai in Istituto c’era già questo gruppo — di cui Martelli era la persona più anziana — con

Bertanza che cercava di definire un progetto per una camera a bolle. In Istituto c'era anche una forte attività per il sincrotrone perché una parte della progettazione e delle idee ebbero origine a Pisa. Alcuni cercavano di fare delle cose pratiche; per esempio qui a Pisa c'era la Saint Gobain e ho visto prototipi di ciambella per la camera a vuoto del sincrotrone fatti di vetro metallizzato. Io ho seguito un corso di elettronica svolto da Italo Federico Quercia prima del trasferimento a Frascati; c'era anche Franco Lepri che lavorava sull'elettronica. Insomma: una buona parte dell'attività, per lo meno nel '54, era concentrata nell'Istituto di Piazza Torricelli. Un contributo di interesse storico alla fisica sperimentale delle particelle a Pisa è dovuto a Luigi Puccianti che sviluppò le "lenti magnetiche" utilizzate nell'esperimento di Conversi, Pancini e Piccioni; la prima vera attività in questo campo è stata proprio quella della camera a bolle.

So che Conversi a metà degli anni '40 era ancora interessato ai raggi cosmici e credo che avesse fatto costruire una camera a nebbia. Ma la camera a bolle è nata proprio qui, localmente, con queste due persone che lei ha nominato.

Esatto! L'attività è proseguita per molti anni come analisi di dati. L'unico esempio di camera a bolle costruita a Pisa e che è servita per una vera esperienza di fisica — ne fu costruita anche un'altra che però non fu mai utilizzata — è quella camera a bolle a ciclo rapido portata a Frascati per misurare la polarizzazione del protone di rinculo nella fotoproduzione di mesoni π^0 .

E lei, personalmente, a parte il primo periodo in cui ha acquisito una competenza in questo settore, che contributi aveva introdotto nel miglioramento di questo tipo di dispositivi?

Discutevamo fra di noi. Io sono sempre stato uno a cui piacciono anche le cose concrete e non ho paura di sporcarmi le mani "aggeggiando" ed anche cercando di pensare a come si possa costruire un certo dispositivo. Ma all'epoca c'erano delle trasformazioni profonde; io avevo messo insieme circuiti mediante tubi a vuoto, che adesso praticamente non si usano più. La prima elettronica veloce la vidi progettata da Paolo Franzini, realizzando delle coincidenze mediante speciali valvole ad emissione secondaria. Poi un imparo tante cose... A Frascati una tecnica deliziosa da imparare me la insegnò il buon Guido Finocchiaro; è la tecnica che permette di visualizzare le traiettorie delle particelle mediante un filo sottile, la conosce? Se la può immaginare! Si prende un filo e lo si attacca in un punto; si mette una carrucolina a una certa distanza ed al filo si attacca un pesetto in maniera da dare al filo sottilissimo e di peso trascurabile una certa tensione; poi ci fa circolare una corrente. Allora, se il filo è immerso in un campo magnetico, assume una forma esattamente simile a quella della traiettoria di una particella, purchè la corrente, la tensione e l'impulso siano in una certa relazione. Il magnete che noi utilizzavamo per deflettere verso la camera a bolle le particelle dell'impulso voluto era di forma complicata a con espansioni polari non piatte; allora, invece di fare tanti calcoli, ne studiammo le proprietà con questa tecnica. Ma come si visualizzavano le traiettorie? Nella maniera più semplice di questo mondo: bastava usare una lampada che proiettasse la luce in verticale, introdurre un piano di plexiglas e metterci sopra un foglio di carta

trasparente, su cui si disegnava la traiettoria. Uno aveva visualizzato le traiettorie delle sue particelle! Questo era il tipo di cose che mi piaceva!

Questo può più o meno descrivere il tipo di attività svolta fino alla seconda fase che iniziò verso il '67. Facemmo delle proposte per lo studio di reazioni oltre a quelle di scambio carica. Richiedevano la costruzione di grandi camere a scintilla ad alto Z , che facemmo qui a Pisa; ci fu molto lavoro di progettazione meccanica, elettrica ed anche ottica, per la registrazione fotografica degli eventi. Insomma: a quei tempi un gruppo faceva tante cose anche se era composto da poche persone. Noi prendemmo una grandissima quantità di dati, registrati scegliendo apposta una pellicola invertibile, cioè quella in cui, dopo il trattamento di sviluppo, l'immagine risulta invertita: una scintilla luminosa risulta trasparente mentre il fondo risulta nero. Questo facilitava la digitalizzazione della posizione di queste scintille; le misure furono fatte a Bologna, con un oggetto che era stato costruito come uno sviluppo tecnico, ma che non era mai stato usato da nessuno. Aveva infatti una risoluzione inadeguata per le camere a bolle, ma che a noi bastava. Indovini dove fu sviluppata la pellicola, lo sa dove? A Cinecittà! Uno si doveva dare da fare per seguire tutti questi aspetti. Prendo ad esempio la macchina fotografica. Non esisteva una macchina fotografica che potesse mettere sullo stesso fotogramma l'immagine di quattro oggetti diversi; dovemmo progettare tutto un sistema di specchi, che riportasse tante immagini diverse nello stesso obiettivo. Inoltre la stessa macchina fotografica doveva prendere più foto in ogni singolo breve periodo di emissione del fascio dal protosincrotrone del CERN. Doveva quindi avanzare a scatti di 20 centimetri per volta, più di un metro di film in un secondo, qualcosa che non esisteva! Abbiamo dovuto progettare e costruire tale macchina, con tutto il suo sistema di comando. Poi dovemmo provare che effettivamente, con tutto questo sistema, si potesse fare della fisica. Le prove le facemmo a Pisa, perché avevamo anche un grosso numero di tecnici. La ragione era che la Fiat stava ridimensionando lo stabilimento di Marina di Pisa dove, prima della guerra, aveva costruito gli idrovolanti per la famosa trasvolata atlantica verso il Brasile. Dopo la guerra a Marina venivano prodotte parti di ricambio per auto. Ci fu un periodo in cui licenziarono molti operai, in particolare quelli che erano iscritti a dei sindacati considerati nemici della Fiat. Una buona parte di questi operai licenziati furono assunti all'Istituto di Fisica, soprattutto per opera di Adriano Gozzini. Quando nel '73 fui direttore dell'Istituto di Fisica, mi ritrovai con un numero di tecnici superiore a 90, quando normalmente gli altri Istituti dell'Università di Pisa avevano due o tre tecnici, non so se mi spiego... Questo dava una serie di problemi, come si può immaginare; però, avendo una certa capacità progettuale che riguardava la meccanica, questa forza lavoro fu utilizzata per costruire le camere a scintilla ad alto Z . Questa capacità per la meccanica è stata utilizzata da più esperimenti, perché in parallelo a quello che facevo io, ci fu anche l'attività del gruppo di Giorgio Bellettini, Carlo Bemporad, Pierluigi Braccini e Lorenzo Foà che fecero a Frascati la misura dell'"Effetto Primakoff", poi si trasferirono in parte a DESY, con successivi sviluppi. Pisa divenne sede di un numero notevole di fisici sperimentali ed anche di alcuni teorici. C'era un congruo numero di "scanners" per l'analisi delle foto delle camere a bolle, e molti tecnici meccanici ed elettronici. A proposito di tecnici elettronici, conosce la

storia della CAEN? La CAEN è l'unica industria italiana che produca elettronica per la fisica delle altre energie. Nacque dall'iniziativa di due tecnici pisani: Piero Salvadori e Marcello Givoletti. Salvadori, quasi da ragazzo, cominciò a lavorare all'Istituto di Fisica. Givoletti era un perito tecnico, una persona di gran classe, con grande iniziativa, grande capacità di costruire rapporti umani. Inizialmente, dopo aver preso il diploma, Marcello andò a lavorare alla Olivetti. Nel '72 la Scuola Normale ebbe la possibilità di assumere un tecnico — io all'epoca svolgevo un corso là, ma come professore incaricato esterno — però non sapevano come poterlo utilizzare. Mi dissero allora: "Tu potresti impiegare utilmente un tecnico; se sì, noi possiamo mettere a concorso il posto". Risposi: "Senz'altro!". Fu fatto il concorso e tra i vari concorrenti fu selezionato questo signor Marcello Givoletti che lasciò la Olivetti dove svolgeva dei lavori noiosi, per venire alla Scuola Normale. All'epoca la Normale non aveva alcuna attività sperimentale, per cui Givoletti venne a lavorare nel nostro gruppo in Istituto; fu associato all'INFN e fu così che per la prima volta mise piede al CERN. Dopo ha lavorato con il mio gruppo nel periodo di Serpukhov e poi gradualmente, lui e Piero Salvadori cominciarono a costruire dell'elettronica artigianalmente. Adesso la CAEN da loro creata ha, credo, più di 70 ingegneri elettronici a Viareggio; è l'azienda leader mondiale per quanto riguarda la produzione dei sistemi di alimentazione per l'elettronica dei grandi esperimenti. Credo che sia lo "spin-off" più importante dell'INFN. Io, nei limiti di quello che era corretto, li ho favoriti in pieno perché mi piace quel tipo di mentalità e d'iniziativa. Siamo rimasti in ottimi rapporti. Questo per dirle che abbiamo avuto il supporto di tecnici meccanici ed elettronici di qualità; un contributo davvero notevole!

Forse è il caso di fermarsi e riprendere domani, è già tardi.
Non ho guardato l'orologio, sono cose che riaffiorano...

Riprendiamo. Quando ha avuto la cattedra?
L'ho avuta nel '68, dopo aver conseguito la libera docenza nel '64.

Poi è stato anche Direttore dell'Istituto...

Quando io ebbi la cattedra fui anche fortunato, perché fui chiamato immediatamente a Pisa. Era un concorso standard per ordinario in cui venivano nominate tre persone, uno era Filippo Ferrero, che andò a Torino, l'altro, Carlo Bernardini, andò a Lecce... Io mi meravigliai della sua scelta, ma allora non sapevo che fosse di Lecce. Io fui infine chiamato a Pisa. Ero il terzo della terna, quindi dovevo aspettare che gli altri avessero avuto il posto, ma lo trovarono subito. All'Istituto di Fisica c'erano solo quattro posti di professore di ruolo — adesso credo che siano ben più di trenta; erano: Nestore Bernardo Cacciapuoti, Gherardo Stoppini, Adriano Gozzini e Franco Bassani che si era appena trasferito a Roma; potei usufruire del suo posto lasciato libero. Così, dopo essere stato assistente di ruolo dal '62, nel '68 fui chiamato come ordinario di Fisica delle Particelle Elementari.

Poi nel '73 si è spostato verso il CERN e c'è rimasto alcuni anni.

Al CERN avevo partecipato agli esperimenti con Saclay ed ebbi molti altri rapporti quando fui nominato Presidente della “*Electronic Experiment Committee*”. Ebbi anche un certo ruolo, all’inizio degli anni '70, nelle discussioni per la finalizzazione del progetto dell’SPS ed in particolare delle sale sperimentali. Furono fatte, in due anni successivi, riunioni dedicate dell’ECFA a Tirrenia, che io organizzai, in vista delle decisioni che portarono a definire il progetto dei fasci di neutrini e la localizzazione dei grandi rivelatori quali BEBC, CDHS, etc. Per me questo fu un modo per rimanere in diretto contatto con il CERN, anche se in quel periodo buona parte dell’attività la stavo facendo a Serpukhov. L’acceleratore di Serpukhov ebbe, per alcuni anni, i fasci migliori e di più alta energia al mondo e c’erano accordi specifici che permettevano al CERN o a gruppi dei suoi stati membri di accedere alla sua sperimentazione. Noi abbiamo collaborato molto bene con colleghi di Karlsruhe e di Vienna nel gruppo diretto da Yuri Prokoshkin facendo esperimenti lì; in parallelo i francesi avevano installato la grande camera a bolle Mirabelle sul fascio di neutrini. Era ancora il periodo di Breznev!

Questo periodo di Serpukhov avvenne in che anni?

Fu negli anni dal '72 al '74.

Prima raccontava di essere stato membro di un comitato del CERN.

Sì, ero nel comitato che organizzò le riunioni di Tirrenia dell’ECFA nelle quali furono definiti orientamenti importanti per l’utilizzazione dell’SPS. Ricordo che John Adams era molto prudente; ad esempio: una cosa importante che fu discussa il primo anno, a suo parere, implicava un certo rischio. Riguardava la costruzione del fascio di neutrini; sarebbe stato utile costruire una caverna, nelle immediate vicinanze dell’anello della macchina; secondo John Adams, questo scavo poteva avere delle ripercussioni sulla stabilità della macchina. Ci furono varie altre decisioni importanti che furono prese sull’organizzazione delle sale sperimentali e sulle possibilità pratiche di fare della fisica al CERN con questo nuovo acceleratore.

In pratica lei, dopo l’originaria collaborazione con il gruppo di Saclay, ha poi continuato ad avere a che fare con il CERN.

Dopo Saclay, ho collaborato con un gruppo di Karlsruhe e di Vienna andando poi insieme in Russia. Nel frattempo ho mantenuto i rapporti con il CERN, come “Chairman” del comitato EEC. Poi dal '75 sono stato al CERN per 10 anni a tempo pieno, esercitando funzioni diverse e continuando a fare fisica.

A questo punto lei era ormai un veterano del CERN, ma come mai ha poi deciso di spostarsi lì a pieno tempo?

Sì, per un periodo, a causa di un insieme di fatti che non abbiamo evocato ieri, che vanno da circa il '68 fino al '75. A parte l’attività di ricerca in Russia coincidente con una parte di questo periodo, nel '68 avevo avuto la cattedra a Pisa e dopo circa 2 anni mi fu chiesto di fare il Direttore di Sezione; accettai e quasi contemporaneamente divenni anche

Direttore dell'Istituto di Fisica, non perché avessi fame di cariche di tipo amministrativo, ma perché il ricoprire entrambe le posizioni mi permise di essere più efficace nel rendere possibile la costruzione del nuovo edificio; un edificio distaccato dell'Università di Pisa, a S. Piero a Grado, a qualche chilometro di distanza dalla sede storica di Piazza Torricelli.

C'è una storia complessa relativa alla vicenda della costruzione di un nuovo edificio per l'Istituto di Fisica. Credo che una delle prime volte in cui fu menzionata ufficialmente questa esigenza fu nel 1964, quando ci furono le celebrazioni galileiane. Alessandro Faedo, il Rettore dell'Università di Pisa, dichiarò che ancora non era riuscito a mettere la prima pietra, ma che tutto il necessario per iniziare la costruzione del nuovo Istituto — collocato alla “cittadella”, vicino alle mura di Pisa — era già stato fatto, anzi lo aveva già battezzato Istituto Galileo Galilei. Questo progetto fu in realtà il secondo o terzo progetto elaborato; per una serie di motivi insondabili erano stati tutti affossati. Veniva riconosciuto che perché l'Istituto di Fisica potesse svilupparsi, era necessario riorganizzare i locali in Piazza Torricelli od altri da reperire nelle immediate vicinanze. Il problema fu posto alla Facoltà, che, ad un certo momento, iniziò anche a considerare un'espansione generale, piuttosto che del solo Istituto di Fisica. C'era un terreno messo a disposizione della Facoltà di Scienze e dei laboratori del CNR nella zona di San Cataldo; ora ospita la cittadella del CNR a Pisa. Ci si rese conto che non avrebbe potuto soddisfare le esigenze di tutti ed in un modo alquanto travagliato — doveva essere la fine del '68 o l'inizio del '69, eravamo nel mezzo dell'inverno — durante una riunione di Facoltà fu deciso che tutta la Facoltà si sarebbe spostata in un terreno che costeggia la strada che da S. Piero va verso Livorno, appartenente al Demanio dello Stato ed in uso alla Facoltà d'Agraria. Era lungo 4 chilometri e largo più di 300 metri e si prevedeva che il vecchio “trammino”, che andava da Pisa a Livorno passando per la costa, Marina di Pisa e Tirrenia — che era stato chiuso e sostituito con delle linee di autobus — sarebbe stato rimesso in funzione, trasformandolo in una specie di metropolitana leggera con un percorso parallelo alla strada. Ciò avrebbe reso il posto facile da raggiungere da parte degli studenti abitanti in città. Inoltre, lì vicino, già passava l'autostrada; l'aeroporto era ad un chilometro in linea d'aria.

Veramente un bel progetto! C'era qualche riserva da parte dei matematici, perché loro non vedevano la necessità ineluttabile di doversi spostare, ma volevano semplicemente avere un maggiore spazio in città. Tutti gli altri corsi di laurea decisero che gradualmente si sarebbero spostati, cominciando da Fisica. È chiaro che creare un campus era un progetto ambizioso che implicava anche la creazione di tutta una serie di servizi. Se ci fosse stata la concordia e la determinazione da parte di tutti probabilmente si sarebbe potuto fare. Un possibile ostacolo fu eliminato da un'azione molto concreta di Alessandro Faedo. Il terreno era formalmente destinato ad attività agricole dell'Università. Approfittando del fatto che c'erano altri ampi terreni adatti per questo scopo, Faedo fece approvare una legge vera e propria che ne cambiava la destinazione, permettendone l'uso a scopo scientifico da parte di tutte le Facoltà dell'Università. Per farla breve: quello che successe alla fine è che fu costruito un edificio per l'Istituto di Fisica, specificatamente per il Laboratorio di Fisica Sperimentale — perché poi nemmeno tutti i fisici si trasferirono lì; i teorici e quelli di struttura della materia rimasero in città — e a tutt'oggi, in

quel pezzo di terreno c'è solo questo edificio universitario, poi affiancato da un edificio dell'INFN. Fu l'Università che costruì il primo edificio su terreno del demanio, con fondi propri destinati all'edilizia. L'INFN non contribuì per nulla alla costruzione, solo ad una parte dell'arredamento. Siccome era previsto che fino al 30% del costo delle murature poteva essere utilizzato per attrezzature e arredi degli edifici, l'Università erogò anche questo 30%. Per cui gli impianti, le macchine, perfino una calcolatrice elettronica, furono comprati con i soldi dell'Università. Tutto ciò favorì molto l'attività sperimentale, senza troppa distinzione tra l'Università e INFN.

È chiaro che essere contemporaneamente membro della Facoltà, Direttore dell'Istituto, Direttore della Sezione INFN, mi permetteva di vedere le cose un po' in modo unitario, e questo aiutò molto. Ma non fu banale, ad esempio, ottenere l'assenso al trasferimento da parte dei tecnici. Si ricorda la storia che non c'erano più spiccioli in Italia? E quando si andava al casello dell'autostrada si poteva pagare con un assegno circolare da 50 lire? Mi hanno raccontato il perché: le monete dovevano essere coniate dalla Zecca e la Zecca aveva costruito, poco fuori Roma, un nuovo stabilimento in cui bastava pigiare un bottone e veniva fuori una cascata di monete; però nessuno degli impiegati della Zecca si voleva spostare... Così, per un lungo periodo, il Paese rimase a corto di spiccioli. La cosa fu risolta mandando, ad un certo punto, dei militari a pigiare i bottoni delle macchine! Io non avevo la possibilità di far funzionare l'Istituto con i militari e relativamente allo spostamento a S. Piero ricevevo dai tecnici domande come: "Ma come si fa? Ma dove è la mensa? Io abito in città, come faccio a andare lì?". Oppure affermazioni come: "La cosa non funzionerà!". Presi allora alcune precauzioni per prevenire possibili scuse. Una vale la pena di essere raccontata. Scoprii per caso che ogni due anni alla Camera di Commercio facevano dei corsi per conduttori di impianti di riscaldamento e di caldaia a vapore; io seguii questi corsi e sono uno dei pochissimi patentati ufficiali; tanto è vero che poi mi telefonavano a casa i proprietari dei condomini per sentire se ero disposto a condurre le loro caldaie! Io non ho mai esercitato come conduttore di caldaie, però tutti sapevano che avevo la patente e che se un giorno il riscaldamento fosse stato dichiarato non funzionante avrebbe funzionato lo stesso, e quindi il riscaldamento ha sempre funzionato! Poi facemmo accordi con la mensa degli studenti dell'Università e via via molti problemi furono risolti. Infine tutti si resero conto che finalmente lì c'era la possibilità di lavorare in una maniera corretta con spazi e attrezzature adeguate. Queste sono state poi utilizzate per il contributo che la Sezione ha dato alla sperimentazione ad ADONE ed a tutta l'attività per Fermilab; molte parti grosse sono state costruite proprio lì a S. Piero. Poi, con il secondo edificio, c'è stata una attività molto intensa verso LHC e per lo sviluppo dei laboratori dedicati ai rivelatori al silicio. Quello fu un periodo in cui, effettivamente e con una certa soddisfazione, mi dovetti occupare di questioni organizzative.

Siamo ormai arrivati ad un momento un po' scottante. A Roma, il periodo del '68 è stato, come sappiamo tutti, un periodo terribile. Qui come stava andando? Lei poi aveva addosso questi incarichi di responsabilità!

È stato un periodo di una certa difficoltà; ad un certo punto, le cose si calmarono

temporaneamente; poi però riscoppiarono. Uno dei nostri studenti fu Franco Piperno, il famoso Piperno, che poi è andato in Canada per un certo numero di anni e che ora credo insegna alla Università della Calabria. Lui, dopo un primo anno in cui apprese a fare il capopopolo, decise che aveva raggiunto una dimensione sufficiente per andare in una città più grande; si spostò a Torino, e così facendo liberò un po' Pisa! Dopo sono sorti problemi con "Lotta Continua". Ci fu anche un ben noto episodio in cui, purtroppo, in uno scontro con la polizia, morì Franco Serantini. Quindi sì, non erano momenti facili! Anche il fatto che noi avessimo questi 90 meccanici, che venivano da una storia di licenziamenti dalla Fiat, ebbe conseguenze dentro l'Istituto. Comunque non ci furono problemi maggiori. Una sola volta la polizia dovette intervenire in Istituto, ma non ci furono né morti, né, che io sappia, feriti, per lo meno feriti a un livello significativo. Arrivati più o meno al '74, l'attività era tranquillamente efficiente; non c'erano problemi particolari; il lavoro a Serpukhov si stava concludendo. Allora, essendo in relazione con il CERN nella mia qualità di Presidente del Comitato degli "esperimenti con tecniche elettroniche", quando mi fu offerto di passare un periodo al CERN, decisi di accettare. Lavorai con il gruppo di Bill Willis, con grande piacere perché — non so se lei l'ha conosciuto, probabilmente no, ma avrà forse sentito parlare di lui, si tratta di un fisico veramente molto bravo. Ha lavorato a Yale ed a Brookhaven, poi si è trasferito al CERN. Ha inventato almeno due nuove tecniche utili per la fisica delle alte energie: una è la calorimetria a gas nobili liquefatti e l'altra è il riconoscimento degli elettroni fra le altre particelle più massive tramite la radiazione di transizione.

In quel periodo Bill Willis stava mettendo su un apparato per lavorare all'Intersecting Storage Ring del CERN, allora la macchina di punta. Mi fece piacere unirmi al suo gruppo in cui ho imparato parecchie cose.

Chi faceva parte di questo gruppo?

Per un periodo c'è stata una sovrapposizione anche con Giancarlo Moneti, originariamente di Roma, che era stato il responsabile della camera a elio liquido a Frascati, ma che poi dopo andò a Brookhaven e successivamente a Syracuse ed è diventato cittadino americano; è rimasto con la famiglia a Syracuse. Ma lì, la personalità di gran lunga più significativa era quella di Bill Willis, coadiuvato molto bene da un giovane austriaco, Chris Fabjan, e poi via via c'erano dei visitatori; lui aveva mantenuto i contatti con Yale; c'erano dei "graduate students" da Yale che venivano a fare i loro PhD e c'erano anche dei giapponesi. Fu un periodo interessante.

Quali furono le problematiche affrontate inizialmente?

Le esperienze che avevo fatto sulle reazioni di scambio carica dei pioni erano utili, perché uno dei quesiti a cui si poteva cercare di dare risposta con l'apparato sperimentale montato nella intersezione "8" dell'ISR era quello relativo alla produzione di adroni, in particolare quella dei mesoni π^0 a grande impulso trasverso; questi erano indicativi di una costituzione a quark dei protoni e che poi rivelarono anche la struttura a jet delle particelle che si formavano. Il primo problema immediatamente posto fu quello di separare l'eventuale produzione di fotoni singoli molto energetici, dai fotoni di decadimento

dei mesoni π^0 ; se i costituenti dei protoni erano effettivamente i quark, come si cominciava a considerare seriamente, allora questi quark, essendo carichi, potevano produrre una radiazione elettromagnetica nelle collisioni dure — ad alto momento trasverso — i fotoni singoli appunto. Sul problema dei fotoni singoli hanno lavorato almeno tre gruppi agli ISR; però — e credo di affermare il giusto — il gruppo che vide questi fotoni singoli in modo più chiaro, anche nel caso di una loro bassa percentuale rispetto a quelli derivanti dai decadimenti del π^0 , fu il gruppo di Bill Willis e compagni. C'era anche Edoardo Amaldi, con un altro esperimento che cercava di mettere in evidenza le annichilazioni di possibili monopoli magnetici in un gran numero di fotoni e Ugo Amaldi e collaboratori che studiavano anch'essi π^0 e fotoni ad alto impulso trasverso. Eventi con tanti fotoni prodotti contemporaneamente avrebbero rappresentato una possibile segnatura della produzione di monopoli magnetici — previsti teoricamente da Dirac — che però nessuno finora ha mai visto. E non li videro nemmeno loro... ma era un modo nuovo di cercarli. Gli ISR raggiungevano per la prima volta un'energia nel centro di massa mai prima ottenuta in laboratorio; era una occasione per vedere se i monopoli venissero prodotti in maniera rilevabile. Non successe! Successe invece un'altra cosa. La capacità di vedere i fotoni di alta energia con alta efficienza di rivelazione era anche utile per rivelare elettroni; accoppiata ai rivelatori a radiazione di transizione — con la capacità di distinguere bene l'elettrone da altre particelle — fece sì che si potessero rivelare coppie di elettroni e positroni corrispondenti al decadimento della Υ . Fu la prima volta che tale decadimento fu visto. La Υ era stata scoperta nella primavera del '75 da Leon Lederman a Fermilab, nel modo di decadimento in due mesoni μ . Noi, nell'aprile del '75, avevamo già dati che contenevano il decadimento di questo stesso oggetto in una coppia elettrone-positrone, però l'analisi di questi dati fu fatta con una certa calma... Forse sbagliammo! Ma c'era, mi ricordo, il Carlo Rubbia che imperversava per avere priorità nell'uso del centro di calcolo del CERN! — C'è chi è più competitivo e chi è più tranquillo — lì, nel nostro gruppo, non c'erano persone troppo nervose... Poi a luglio, qualche mese dopo che la cosa fu annunciata, completammo l'analisi e vedemmo un certo numero di eventi che erano molto ben isolati dal fondo. Sarebbe stata una prima importante; insomma: è uno degli elementi che a Lederman ha fruttato il premio Nobel! Comunque, quello non tolse nulla alla soddisfazione di essere capaci, nell' "environment" dell'ISR, di isolare questa produzione e questi decadimenti; se vuole: è stata la prima conferma sperimentale di quello che era stato trovato a Fermilab.

Io non sono mai stato particolarmente accanito nel cercare di ottenere funzioni di tipo amministrativo o rappresentativo, però a volte è successo e quando è successo all'interno di una certa logica, di un certo ambiente, se non c'è un motivo valido per dire proprio di no, perché non accettare?! È quello che avvenne intorno al '78; una somma di situazioni a cui dire di sì, però anche di altre a cui dire di no... Perché "il troppo stropia" e comunque non ci devono essere sovrapposizioni fra la funzione di "controllato" e quella di "controllore". In quel periodo, malgrado io fossi già da un certo tempo al CERN, fui nominato Vice Presidente dell'INFN. Era allora Presidente Alberto Gigli che si dimise quando fu nominato Rettore dell'Università di Pavia, da cui proveniva. Informalmente mi fu chiesto se io sarei stato disponibile a fare il Presidente; io dissi di no. Fare il

Presidente è una responsabilità molto grossa e uno deve essere convinto di potere riuscire a farlo bene. Ma dissi di no anche perché, essendo lì al CERN, erano venute fuori delle indicazioni che poi pienamente maturarono. Il CERN aveva allora due direttori generali: c'era John Adams, come direttore generale del laboratorio che aveva costruito l'SPS, e Leon Van Hove come direttore del laboratorio, diciamo così, tradizionale. Successivamente i due laboratori furono riuniti. A un certo punto Adams e Van Hove mi chiesero di far parte del direttorato, insieme al teorico Sergio Fubini ed a Volker Soergel; la ragione era connessa ad un ampliamento del programma sperimentale. Infatti il CERN aveva deciso di seguire la proposta fatta da Carlo Rubbia per trasformare l'SPS in un anello di collisione per protone-antiprotone, con tutte le conseguenze molto positive che ne sono derivate. Seguire il resto del programma sperimentale era una cosa che mi sentivo di poter fare con una certa competenza. Ma come avevo fatto prima ed ho sempre continuato a fare quando ho avuto responsabilità gestionali, ho continuato anche a fare il mio mestiere! Trattandosi sempre di responsabilità in campo scientifico, è secondo me indispensabile che una persona continui a produrre scientificamente. All'infuori di giorni in cui c'erano delle riunioni che duravano tante ore, al CERN, la mattina, io ero disponibile per tutte le questioni che si riferivano al programma di ricerca; nel pomeriggio continuavo ad andare agli ISR interessandomi alle mie ricerche, a cui magari contribuivo meno efficacemente... Però in quel modo lì, uno rimaneva veramente in contatto e non c'era nessun trauma, né tanto meno un dramma, quando uno cessava di svolgere certe responsabilità amministrative e continuava a fare quello che era effettivamente legato alla sua professione di fisico. Perché, se uno era destinato a fare il manager, forse avrebbe avuto più spazio e chissà, anche più soddisfazione, se fosse andato da qualunque parte tra le tante industrie, servizi, enti, consorzi di questo mondo! Ah, ah, ah! Decisi che no: il Presidente non lo avrei fatto. In realtà, il giorno prima di accettare l'incarico di far parte del direttorato per la ricerca del CERN, mi dimisi da Vice Presidente. Non era imposto, però mi sembrò ragionevole e corretto farlo. Dopo un certo periodo di tempo finì il mio incarico come membro del direttorato di ricerca perché cambiò il Direttore Generale. Herwig Schopper doveva bilanciare la composizione dei vari corpi che costituiscono l'insieme gestionale del laboratorio; non poteva avere su 5 o 6 persone, 3 o 4 italiani o cose di questo genere, ah, ah, ah! È evidente! Sono poi rimasto al CERN come "staff member" fino al 1986, continuando a fare il fisico. A partire dall'80 — e lì ho trovato effettivamente molta soddisfazione — ho avuto l'opportunità di contribuire in modo efficace allo studio sperimentale della violazione di CP. Ciò ha occupato i successivi 25 anni della mia attività scientifica e sta ancora proseguendo.

È un problema di enorme interesse!

È un problema indubbiamente affascinante da molti punti di vista. La prima scoperta di una situazione sperimentale in cui questa simmetria era violata fu nel '64, ma, guarda caso, il Nobel premiò ciò solo nel 1980. Perché? Come al solito ci sono tanti motivi per l'assegnazione o non assegnazione di qualunque premio, tanto più del premio Nobel, ma questa scoperta fu straordinaria e con altri esperimenti che seguirono a breve termine,

fu confermato che, nell'evoluzione e/o nel decadimento di questi mesoni K neutri, la violazione di CP interveniva in modo essenziale. La storia poteva essere divisa in due parti: una che riguardava l'evoluzione temporale del sistema e una che riguardava cosa avvenisse all'istante del decadimento. Tutti gli effetti che furono osservati potevano essere attribuiti alla sola evoluzione temporale, senza dover chiamare in causa il decadimento. Ma questo voleva dire che la rottura di simmetria sotto CP non era così evidente come nel caso della violazione della parità, in cui uno può considerare, almeno in linea di principio, due sistemi che sono l'uno lo speculare dell'altro e che poi, nella successiva evoluzione, cessano di esserlo. Qui bisognava ammettere che un mesone K neutro non fosse una particella ordinaria, ma un oggetto fatto dalla sovrapposizione di due stati che si mescolano e che nel loro mescolamento si verifica una asimmetria. Ci vuole la meccanica quantistica! Per capire qualunque cosa ci vuole la meccanica quantistica se uno va veramente a fondo, ma questo è un effetto in cui la meccanica quantistica gioca un ruolo essenziale; ci sono altri casi di simmetria in cui non è questione di meccanica quantistica, il sistema è simmetrico o non è simmetrico. Questo non era un caso del genere! Inoltre, nessuno era venuto fuori con delle teorie o dei modelli convincenti. Negli anni '70, con lo sviluppo del Modello Standard, uno si cominciò a domandare: "Ma questa violazione di CP può essere inquadrata all'interno del Modello Standard? Oppure è una cosa che è al di fuori?". Abbiamo discusso ieri la questione della violazione della parità. Inizialmente ci si domandava: "Ma avviene solo in presenza dei neutrini, o è, più in generale, una proprietà delle interazioni deboli?". Per i K neutri la questione era di nuovo: "La violazione di CP è solo in questo processo di mescolamento, o è una proprietà generale delle interazioni deboli?". Ci si rese conto — furono Makoto Kobayashi e Toshihide Maskawa, prima ancora che fossero scoperte le particelle charmate — che se il modello a quark aveva una validità e se le famiglie di quarks erano almeno tre — due non bastavano, ce ne volevano almeno tre — allora si poteva introdurre un parametro caratterizzante la violazione di CP , estendendo il modello di Nicola Cabibbo e Luciano Maiani. Si poteva infine capire che la violazione di CP è una proprietà generale della interazione dei quark, che però si manifesta con una intensità e in un modo diverso a seconda del valore degli elementi di una certa matrice unitaria — chiamata di Cabibbo-Kobayashi-Maskawa. Quindi, a fine anni '70 ritornò l'interesse a sperimentare di nuovo nel campo della violazione di CP , un capitolo che era stato considerato concluso, seguendo lo stimolo della nuova prospettiva teorica e fu dato il premio Nobel a chi aveva scoperto il fenomeno *in primis*. La sfida era di evidenziare sperimentalmente una specifica conseguenza di questa interpretazione teorica.

Ed effettivamente, nell'ambito del Modello Standard con tre famiglie di quarks, doveva essere proprio una cancellazione accidentale quella che avrebbe indotto la violazione di CP ad essere apparente solo nel mescolamento e non nel decadimento. Ci si rese anche conto, in base ai primi calcoli che furono fatti, alle prime predizioni — e ancora oggi i teorici non sono capaci di fare conti molto precisi sull'argomento — che sì, ci doveva essere, a meno di cancellazioni improbabili, un effetto nel decadimento; questo fu chiamato: "la violazione diretta di CP " invece dell'altra, indiretta, nel mescolamento. Ma il valore di questa asimmetria diretta ci si aspettava potesse essere molto piccolo,

quindi era una sfida sperimentale quella di immaginarsi delle possibilità di rivelazione di questi processi, che garantissero, innanzi tutto, l'osservazione di un numero sufficiente di eventi e poi il controllo dei problemi sistematici, in maniera tale che uno non prendesse fischi per fiaschi. Quando un effetto è così sottile, bisogna che uno parta da basi solide. Qualunque principio va veramente studiato perchè quasi mai viene rispettato al 100%; uno deve valutare quali siano le conseguenze se viene rispettato solo al 99.9%; cosa gli cambia. Però si deve partire da una situazione, in cui, lavorando il più accuratamente possibile ed al riparo dalla possibilità di grossi errori, si possa arrivare a stabilire effettivamente se “sì” o “no”; e se sì, quanto grande è questa mancanza di simmetria.

Quindi la sfida come l'avete affrontata?

Sperimentalmente c'era da scegliere un metodo che migliorasse di un grosso fattore quello che era stato fatto prima, perché negli esperimenti precedenti agli anni '80 erano state fatte alcune misure che avrebbero messo in evidenza l'effetto solo se fosse stato molto grosso. Queste misure però soffrivano del fatto che, quando si misurano i decadimenti di questi mesoni K , in cui l'oggetto di partenza è neutro e, per esempio, si disintegra in due mesoni π^0 ed entrambi poi si disintegrano in due fotoni, c'è il problema che uno deve rivelare questi numerosi fotoni in una condizione tale da poter ricostruire quale sia la loro origine.

C'è voluto che si sviluppassero gradualmente delle tecniche adeguate — sia specifiche dei rivelatori, sia dell'elettronica che segue i rivelatori veri e propri — per poter registrare la quantità di dati per evento e il numero di eventi che sono necessari per raggiungere questa precisione. All'inizio del 1980, un certo numero di veterani dello studio precedente della violazione di CP , che includeva Heinrich Wahl, Jack Steinberger e poi alcuni molto bravi dal punto di vista della costruzione di fasci, come Niels T. Doble etc., si misero insieme e io mi unii a loro, nel pensare come fare. Dal punto di vista della fenomenologia era già stato chiarito che il modo più promettente per affrontare questo problema era quello di misurare un certo parametro chiamato ϵ' , perché ϵ era il parametro che caratterizzava la violazione di CP nel mescolamento e ci si aspettava che ϵ' fosse una frazione molto piccola di quell' ϵ , perciò la scelta di questo nome. In certe condizioni, uno avrebbe potuto misurare una quantità proporzionale al rapporto tra ϵ' e ϵ ; quindi, se $\epsilon' = 10^{-6}$ ed $\epsilon = 10^{-3}$, uno deve misurare solo 10^{-3} , anche se, per misurare 10^{-3} , ci vogliono almeno un milione di eventi con due π^0 . Uno dei primi esperimenti vide in totale qualche cosa come 48 oggetti che potevano essere interpretati come esempi di decadimenti di questo genere... ma qui si trattava di averne centinaia di migliaia o meglio milioni. Quindi bisognava avere un esperimento che avesse una grossa accettazione. Questo rapporto ϵ'/ϵ veniva espresso come una specie di doppio rapporto, cioè una frazione in cui al numeratore ci sono il numero di eventi di due categorie, al denominatore lo stesso: due diverse categorie; quattro categorie di eventi ed una opportuna combinazione di questi numeri è proporzionale a $1 - \epsilon'/\epsilon$. Allora uno deve evidentemente inventare un sistema in cui la normalizzazione assoluta non è influente — se si moltiplica per uno stesso fattore tutto questo numero di eventi non succede nulla — però uno deve essere sicuro che quando scrive un numero al numeratore lui abbia al denominatore esattamente la stessa accetan-

za! Insomma: deve essere sicuro che i numeri corrispondano effettivamente a situazioni perfettamente sotto controllo.

Allora la prima fondamentale scelta, che poi abbiamo mantenuto anche nel secondo esperimento, fu quella di assicurarsi di prendere i dati non guardando mai una sola categoria di eventi, ma almeno due, meglio ancora se quattro contemporaneamente. Il principio, da un certo punto di vista, è banale. Mettiamo che le dimensioni longitudinali dei rivelatori siano trascurabili rispetto alle loro distanze; ad alta energia, se il vertice di decadimento di una particella è qui, il rivelatore è a 100 metri di distanza... si cerca di conoscere molto bene le dimensioni trasversali di questi rivelatori, o meglio: il rapporto tra dimensioni trasversali e le distanze lungo il sistema. In queste condizioni, supponiamo di avere un evento che viene da uno stato di questi K^0 , chiamato K_S , e un altro evento che va esattamente nello stesso stato finale, ma che viene dal K_L . Supponiamo inoltre che ambedue i decadimenti provengano esattamente dalla stessa posizione e corrispondano a mesoni K della stessa energia. Allora, siccome io non ho cambiato nulla nel rivelatore tra gli istanti in cui ho osservato il K_S ed il K_L , il rapporto tra il numero di eventi K_S e K_L di questo tipo lo posso dedurre dalla mia conoscenza relativamente al fatto che fosse un K_S un K_L . Il rivelatore non lo sa, e quindi rivela gli eventi con la stessa probabilità. Applicando il metodo a tutti i membri di questa frazione uno può sperare che, con questo principio, uno sbaglio più grosso di un certo tanto non sia possibile. Poi, certo, restano problemi di fondi, di piccole correzioni, etc. E allora, sempre in entrambi gli esperimenti NA31, NA48, è stata sfruttata la tecnica di misura dei fotoni con calorimetri a gas nobile liquefatto; nel primo caso era argon. Lavorando con l'argon però, e volendo contenere lo spessore del rivelatore, non si può semplicemente adoperare un grande contenitore di argon, anche perchè, per poter assorbire lo sciame bisognerebbe fare un oggetto di diversi metri, almeno 5 metri di lunghezza. Ed è quello che fanno in ICARUS, per intendersi, Carlo Rubbia e compagni. È più pratico introdurre delle lastre di materiale ad alto Z , per esempio piombo. Uno può contenere così le dimensioni del rivelatore, anche se il segnale utile è solo quello che si forma nell'argon, quindi risulta ridotto ed ha un errore maggiore. Poi c'è tutta la questione di come organizzare la lettura di questi depositi di energia per ionizzazione; uno può misurare le proiezioni X e Y dei depositi di energia mediante celle di dimensioni trasverse pari a quelle del rivelatore, oppure può misurare effettivamente i depositi in cellette di piccole dimensioni caratterizzate dalle loro coordinate (X, Y) e piccole rispetto alla dimensione trasversa del rivelatore. Però è chiaro che se uno ha cento celle per ciascuna di due proiezioni, ne ha diecimila in due dimensioni, quindi il tutto diventa più complesso dal punto di vista tecnico.

E va beh! Il secondo rivelatore, che è stato poi costruito per NA48, invece che usare argon ha usato il krypton, che è molto più denso ed ha un alto Z , per cui, in poco più di un metro, si assorbe completamente lo sciame elettromagnetico. Ha lo svantaggio del costo, ma quello è "una tantum" e forse uno può anche sperare di rivenderlo. Sarebbe stato possibile adoperare anche lo xenon, ma costava troppo; ci dovemmo rinunciare perché costava dieci volte tanto! Il problema del krypton è anche che deve essere superpuro perché altrimenti non funziona per nulla; una specifica era, non tanto la purezza chimica, quanto proprio la misura di un parametro legato direttamente

alla “performance” di questo kripton liquido per lo scopo dell’esperimento; alla fine ce lo potemmo procurare acquistandolo in Russia — a metà del costo commerciale in Occidente — e costò più di 4 milioni di franchi svizzeri. Questo kripton è ancora lì tranquillo... Naturalmente, solo che se qualcuno cercasse di venderlo, quando avremo finito di utilizzarlo, lo deve fare con una certa cautela perché rappresenterebbe una quantità pari a circa il 50% della produzione annuale mondiale di kripton, quindi, se vuole venderlo tutto insieme, rischia di perturbare il mercato... Ah, ah, ah! Il kripton è usato, allo stato gassoso, solo per alcune applicazioni. Le principali, che io sappia, sono due: per riempire certi tipi di lampadine, oppure viene adoperato per delle indagini mediche, sfruttando il fatto che il kripton 85 è leggermente radioattivo, ma, essendo un gas nobile, può essere usato senza pericoli di effetti indesiderati di natura chimica.

Come mai lo prendevate dalla Russia?

Perché il kripton lo si ottiene dalla distillazione frazionata dell’aria, allorché si liquefa una grande quantità di aria. E chi lo faceva? Le grandi industrie siderurgiche — ma adesso lo fanno in modo diverso — per alimentare gli altiforni con ossigeno liquido. Se si liquefa l’aria e se si ritiene opportuno, uno può installare delle prese che catturano quella piccolissima frazione dell’atmosfera costituita da gas nobili; si utilizza una distillazione frazionata. Quindi una parte dal prodotto grezzo, che può ottenere da questi grossi stabilimenti siderurgici, se lo deve raffinare con vari procedimenti, in maniera tale da essere sicuro che abbia tipicamente meno di una parte di ossigeno su 10 milioni, se no non funziona per nulla! In Italia non c’erano gli stabilimenti siderurgici e comunque qui non se ne sarebbero curati, la maggiore parte non se ne curava. C’erano, si sapeva, degli stabilimenti siderurgici in Sud Africa dove l’Air Liquide aveva installato dei grossi liquefattori per ossigeno, ma allora c’era l’embargo con il Sud Africa. E poi c’erano grossi impianti in Russia ed i russi avevano fame di valuta pregiata. Misero su un sistema per purificare il kripton a Ekaterinburg, e questo, in tante bombole ad alta pressione, fu spedito al CERN, dopo averne controllato il grado di purezza.

I russi collaborarono anche alla costruzione della parte esterna del criostato — il kripton è liquido a -150°C — mentre la parte interna venne fatta dalla Zanon a Schio; tra parentesi, il tutto su disegno di un nostro ingegnere: il bravo Fabrizio Raffaelli, un giovane estremamente capace e di gran classe che riuscì a introdurre in questo progetto quanto richiesto da tutte le norme di sicurezza ed a produrlo in maniera tale che potesse essere eseguito sulle macchine della Krunicev, l’industria che produce i razzi Proton, che ha anche prodotto tutte le navicelle Sojuz che vanno nello spazio. Fu uno dei primi casi in cui la Krunicev si aprì all’esterno. Non so se lo sa; il tutto fu stimolato da una iniziativa da parte degli Stati Uniti, Giappone e Unione Europea che cercavano, in qualche modo, di dare un’occupazione a quegli ingegneri e tecnici russi che precedentemente avevano costruito armi di distruzione di massa. Allora questo consorzio ICST, mi pare si chiamasse, chiese se c’erano dei progetti in cui l’“expertise” di queste persone potesse essere utile, e poi finanzia i costi per poter dare uno stipendio a persone che si erano ritrovate praticamente disoccupate. Era meglio che le loro capacità fossero indirizzate a produrre qualcosa di stimolante tecnicamente, ma che non avesse scopi

deleterii. E va beh! Il contenitore esterno del criostato fu costruito in questo contesto.

In particolare quali erano gli aspetti in cui lei è intervenuto in modo più significativo?

È difficile distinguere il contributo di uno da quello di un altro, perché in questi esperimenti che cosa succedeva? Tutte le settimane ci vedevamo ogni pomeriggio a S. Piero ed oltre a quello che uno faceva per conto suo, si discuteva; quindi le idee passavano naturalmente dall'uno all'altro. Ecco un caso che mi ricordo molto bene e che derivava addirittura dalla mia esperienza fatta con le camere a bolle; ne ho discusso parecchio con Jack Steinberger che qualche volta pensava di sapere già la risposta e quindi in una discussione si poteva benissimo addormentare... tanto poi si svegliava alla fine! Ah, ah, ah! Un caso in cui, al momento del risveglio, si accorse che veniva contraddetta la risposta che aveva in testa, fu il seguente: c'era il problema di paragonare, come dicevo prima, gli eventi dei due tipi che vengono da K_S o da K_L , che devono essere raggruppati in maniera tale che si confrontino tra di loro quelli che provengono dallo stesso posto e che hanno la stessa energia di partenza. Però non è che questi eventi viaggino con un cartellino... Sai: "Io vengo esattamente da 100 metri e ho l'energia di 79.5 GeV...". Bisogna, questi cartellini, attribuirglieli a partire dai dati che uno ha registrato; ma nell'attribuzione di questi cartellini, che ne identificano le proprietà interessanti per lo scopo che ci proponevamo, si possono fare degli sbagli; ci possono essere degli sbagli sistematici o anche sbagli di altro tipo. Comunque, uno dei requisiti essenziali che emerse è esposto in quanto segue. Ci sono quattro tipi di decadimento, più precisamente: due tipi di decadimento da due tipi di particelle. I due tipi di decadimento sono: o due pioni carichi di carica opposta o due pioni neutri. I pioni carichi uno li rivela con sistemi di tracciatura delle loro traiettorie; questi sono completamente diversi dai calorimetri in cui uno rivela i fotoni. Però, non era solo necessario che due eventi, uno K_S e uno K_L , entrambi decadenti in due pioni carichi o neutri, fossero paragonati quando provenienti dallo stesso punto di decadimento e con la stessa energia, ma analizzando bene la situazione, era anche indispensabile che il valore dell'energia attribuita a un evento $\pi^+\pi^-$, fosse, il più esattamente possibile, nella stessa scala di energia valida per gli eventi $\pi^0\pi^0$. E questo era un problema, perché, mentre nei carichi, uno vede le due traiettorie e quindi il vertice di origine, per i neutri è tutto molto più indiretto. Però, in realtà, c'erano delle possibilità e c'erano dei vincoli che uno poteva applicare, per cui — sembrerà strano — ma alla fine venne fuori che la precisione nella misura dell'energia e la capacità di definire i vertici, in buona parte dei casi, erano migliori per i $\pi^0\pi^0$ che per i $\pi^+\pi^-$. Questo, sfruttando delle proprietà cinematiche che, alla fine, sono sicuro sarebbero venute fuori e sarebbero state utilizzate; però, all'inizio dell'esperimento, non erano state viste nell'importanza che invece avrebbero avuto! Cioè: uno i requisiti per fare un esperimento li capisce via via... Uno fa un esperimento reale, non semplicemente un esperimento ideale... Chiarire quali siano le esigenze effettive e dimostrare fino a che punto, con la sua scelta dell'apparato sperimentale, uno soddisfi quelle esigenze è un processo che richiede del tempo e attraversa fasi successive.

Per esempio, se mi ricordo bene, nella prima lettera di intenzione queste esigenze a) non era stato messo in evidenza che fossero necessarie e b) non era stato capito che

c'era un modo per soddisfarle. Allora può capitare che sia uno piuttosto che un altro che lo fa notare e lo mette in evidenza; poi succede... — e lì per lì c'è soddisfazione — che, alla fine, costretto a ascoltare la cosa da sveglio, uno dica: “Sì, è così!”. Tutto ciò rientra nella dialettica dell'esperimento; è uno dei tanti elementi, ed episodi così ne sono accaduti più d'uno; per cui nessuno può dire che sia il padrone intellettuale dell'esperimento! Quello che è vero è che, per tradurre in pratica e realizzare queste cose, ci vuole il contributo di tante persone e tutte devono riuscire a mantenere la loro attenzione su quegli aspetti che determinano la qualità dei dati che uno prende. Per tutta la durata della costruzione di NA31, io ero ancora al CERN ed ero direttamente in contatto con chi costruiva in pratica il calorimetro ad argon liquido. C'era anche un gruppo, ma loro erano assai indipendenti, sotto la responsabilità dell'ingegner Giovanni Muratori, che costruì le camere per i decadimenti carichi. Allora il CERN disponeva di adeguato personale — allora: perché ora il personale è stato veramente molto ridotto — ed aveva capacità tecniche di ottimo livello. Alcuni colleghi e tecnici pisani parteciparono in pieno a questo primo esperimento, in particolare con il contributo personale di Claudio Cerri e con la realizzazione del sofisticato sistema di trigger.

L'esperimento partì nel 1980 e i risultati finali sono stati pubblicati nel '92; ma il risultato che, per la prima volta, fornì una indicazione significativa per l'esistenza della “violazione diretta” di CP — ma ancora chiamato “first evidence” — fu raccontata da me nel 1987, alla conferenza internazionale di Amburgo. Quello che successe è che il gruppo americano che, dopo poco, venne fuori con risultati di una precisione paragonabile, trovò un risultato compatibile con zero, mentre noi vedevamo un effetto ad un livello di tre deviazioni standard. Tirare una conclusione definitiva in queste condizioni era difficile; naturalmente uno discute e cerca di capire cosa hanno fatto gli altri; gli altri cercano di capire quello che hai fatto tu, per vedere i punti deboli e i meriti relativi; però, alla fine, non è che se io studio l'esperimento di un altro, in generale possa arrivare a scoprire qualcosa dalle informazioni — che sono molto parziali e che io posso avere — tale da dire: “No! Per forza avete sbagliato! Dovete modificare questo...” è poco probabile! Uno arriva a capire meglio la loro filosofia, la loro strategia, ma non riesce ad andare oltre. Per cui sarebbe rimasta lì l'incertezza su questo punto specifico, che era poi quello che aveva motivato le misure. Questo, a meno di non fare dei nuovi esperimenti con maggiore precisione!

Quindi a quel punto ripartiva un po' la sfida...

Esattamente, esattamente! E dopo un certo periodo, furono concepiti due nuovi esperimenti, uno di qua e uno di là dell'Atlantico, con caratteristiche che erano migliorate rispetto agli esperimenti precedenti e con capacità di analisi che teneva conto di tutta l'esperienza accumulata.

Quindi le novità effettive quali erano?

Da un punto di vista strumentale, mentre prima riuscimmo a fare tutto con camere e calorimetri soltanto, nel secondo esperimento fu anche introdotto un magnete, che era stato tradizionalmente usato da tutti gli altri. Poi il calorimetro fu trasformato dall'es-

sere proiettivo all'essere invece proprio bidimensionale; questo rappresentò una grossa sfida, una cosa che ha impegnato tutta la collaborazione, meglio: una buona parte della collaborazione, perché non succede mai che tutti si concentrino su una sola cosa. In particolare devo dire che ha impegnato il gruppo di Pisa, ma con la cooperazione importante, in certe fasi, soprattutto di Saclay e di Torino. Quando io ritornai a Pisa, alcune delle persone che avevano già lavorato con me su NA31 continuarono a farlo e si aggiunse qualche altro; ma è sempre rimasto un gruppo di una diecina di persone; d'altronde credo che sia una tradizione nell'INFN che la vera "lunghezza di coerenza" superi di poco quella che può caratterizzare un gruppo più o meno locale. L'INFN non è stato capace di fare imprese che coinvolgessero veramente in modo coerente e costruttivo un gran numero di persone. Grande pregio, ma anche limitazione dell'INFN, è quello di avere stimolato l'iniziativa di tutti, nei limiti del possibile; dire di sì, salvo poi controllare naturalmente come vadano le cose, ma non cercare di imporre quella coesione che si può realizzare, per esempio, in un grosso laboratorio come il CERN o in altri grossi laboratori. Non credo che ci siano riusciti nemmeno a Frascati e tanto meno nelle sezioni. Se uno guarda il numero di esperimenti in cui sono coinvolti i pisani, è un numero straordinario rispetto al numero delle persone; sarebbe, da molti punti di vista, più razionale che ci fosse una maggiore concentrazione. Però questo vorrebbe dire "pianificazione dall'alto", che è difficile da mantenere e da imporre. Insomma: non credo che i gruppi di ricerca in fisica delle particelle siano così complicati come un "sistema paese", ma sappiamo che cercare di dirigere tutto centralmente non riesce. Bisogna sì, coordinare; bisogna cercare di fare in modo che le tendenze mutuamente distruttive siano ridotte; però l'iniziativa e la libertà delle persone di esprimersi è importante. Io ero tornato a Pisa e il mio impegno più grosso, a parte contribuire come al solito all'analisi dell'esperimento e a tutti gli altri aspetti, fu in relazione alla progettazione e costruzione del calorimetro a krypton liquido, di cui ci prendemmo essenzialmente la responsabilità. Questo perché avevamo anche l'esperienza necessaria, visto che, oltre a me che avevo lavorato direttamente su questo tipo di calorimetri, qui a Pisa c'erano altre due persone; una era Franco Sergiampietri, che fu uno dei miei primi laureandi e che aveva lavorato con me anche a Serpukhov. A Serpukhov uno dei nostri contributi fondamentali fu quello di costruire un qualcosa che era specificamente utile per quell'esperimento, cioè una targhetta a idrogeno liquido in cui si poteva determinare la posizione in cui una particella incidente faceva una interazione; siccome poi i prodotti erano tutti neutri, questa particella produceva luce Cherenkov dal momento in cui entrava nell'idrogeno liquido fino al momento in cui interagiva, e poi smetteva di produrre luce Cherenkov. Allora, raccogliendo la luce Cherenkov prodotta nell'idrogeno liquido e misurandone la quantità, si poteva determinare la posizione dell'interazione e quindi aumentare la precisione di misura — la targhetta era di 40 centimetri di lunghezza con una risoluzione di qualche centimetro sulla posizione dell'interazione. Sergiampietri era quello che si era preso la responsabilità primaria di questa targhetta a idrogeno. Ma poi, sa come sono le cose? Essendosi abituato a lavorare in quel laboratorio, continuò a farlo anche dopo la fine dell'esperimento e riuscì ad attrarre Claudio Cerri, che era un elettronico, ma anche laureato in Fisica; una persona estremamente brava e assolutamente competente, in particolare per l'elettronica analogica a basso rumore.

Questi due signori avevano assorbito tutto quello che si sapeva sulla calorimetria a gas nobili liquefatti e ne avevano sviluppati vari aspetti. Tanto che a Serpukhov fu costruito un enorme rivelatore ad argon liquido, buona parte con le loro mani, che sarebbe dovuto servire per fare fisica dei neutrini. Purtroppo, che io sappia, non è mai stato utilizzato, per vari motivi che non hanno nulla a che fare con le loro capacità. Quando questa fase di cercare di utilizzare questo enorme oggetto a Serpukhov fu finita, uno di loro, Franco Sergiampietri, ha continuato a lavorare, ed è ancora impegnato su ICARUS con Carlo Rubbia; l'altro invece, Claudio Cerri, che aveva lavorato su NA31, essendo stato un anno o due al CERN durante la costruzione del calorimetro, continuò poi con NA48. Quello che successe a un certo momento è che rientrò a Pisa dopo esser stato assunto da poco, Fabrizio Raffaelli, l'ingegnere di cui parlavo prima — che per qualche tempo era stato monopolizzato a Fermilab. Lavorarono quindi sul progetto Fabrizio Raffaelli, con un altro giovane ingegnere per la parte meccanica e criogenica e Claudio Cerri, con un tecnico, Gianfranco Pagani, che purtroppo ci ha lasciati. Io ho passato due o tre anni in cui, tutti i pomeriggi, ci vedevamo per un paio d'ore, per mandare avanti in tutti i dettagli questo progetto che ha coinvolto molti aspetti complessi. Ad esempio, per questioni di stabilità temporale e di riduzione del rumore, l'elettronica del calorimetro — il “front end”, quella che produce la prima amplificazione dei segnali — è all'interno del kripton liquido stesso, quindi del tutto inaccessibile. Il calorimetro è stato chiuso ormai dieci anni fa e non è mai stato riaperto; ci sono 13500 segnali che devono venire fuori; questo senza che entri minimamente ossigeno perché altrimenti si rovina tutto! Insomma, tutta una serie di problemi, che però è stato possibile affrontare solo dopo aver superato il problema principale: cioè il capire che struttura di elettrodi potesse essere inventata, che avesse le caratteristiche che dicevo prima, cioè che permettesse di misurare il vertice in cui avveniva il decadimento del K^0 , misurarne l'energia, etc. con la precisione dovuta. Inizialmente noi avevamo fatto le nostre proposte, riportate nella lettera di intenzione, sulla base della quale fummo approvati; c'era solo uno schema di principio, quindi “un sogno” di come si potesse fare; ma tradurlo in pratica era tutta un'altra cosa; c'erano veramente delle questioni che non sapevamo come risolvere e, ad un certo momento, ci dovemmo prendere una pausa. . . Poi ci fu un momento decisivo nel '94, ad un meeting in Austria — c'era anche un gruppo austriaco che partecipava a un nostro esperimento — a Gmunden, sul bordo di uno splendido lago; sulla riva opposta a quella dove eravamo noi c'era una bellissima villa che si chiamava: “Toscana”; perché questo? Perché i granduchi di Lorena, costretti a lasciare Firenze al momento della unificazione con l'Italia, se ne andarono lì, e nostalgici, sul lago di Gmunden, fecero costruire la “Toscana”.

In quella occasione io mostrai ai miei colleghi quali fossero esattamente i requisiti che questi elettrodi dovevano avere; ero pronto, in quel momento lì, a tornare indietro a una soluzione proiettiva piuttosto che bidimensionale, ma sempre con il kripton liquido, perché non riuscivo a vedere una soluzione che corrispondesse a tutti i necessari requisiti. . . Quindi io dissi: “Egredi signori, qui dobbiamo fare qualche cosa e dobbiamo essere realisti; io, per prima cosa, voglio raggiungere l'obiettivo che l'esperimento si propone e vi posso dimostrare che lo si può raggiungere anche con una geometria proiettiva”. Però era vero che, se uno avesse potuto realizzare una struttura bidimensionale, allora

sarebbero state aperte tante altre possibilità, che poi abbiamo sfruttato e stiamo anche adesso sfruttando. Per cui devo ringraziare il coraggio, anche se lo giudicai cieco, dei miei colleghi, che dissero: “No, non c’è nulla da fare! Bisogna farlo bidimensionale”. Però nessuno sapeva come farlo... Quindi un bel discorso! Non so se mi spiego! Quando, oltre tutto, c’era una soluzione soddisfacente per lo scopo primario dell’esperimento; ma l’ambizione, specie di chi non era direttamente coinvolto a doverlo inventare, giustamente lo portava a dire: “No... no...” Per cui, dopo il meeting di Gmunden, ci fu un periodo in cui io non ci dormivo sopra ed ero incerto se dire: “Bene signori! Io ho dato il mio contributo, vi ho trovato anche una soluzione che potrebbe funzionare; se non vi piace, fatelo voi l’esperimento!”. Ma, in realtà, poi, pensandoci, vennero fuori certe idee e devo dire che lì ci fu una collaborazione di molti. Come succede spesso per le cose non banali, non è che ci sia stata l’idea che immediatamente ha risolto tutto; un’idea indica una strada; su cui però c’erano delle difficoltà; se cercavi di svilupparla lì per lì, ti accorgevi che non si poteva fare! Ci vuole quindi una serie di idee, per poter poi costruire un prototipo in cui provare con sicurezza che si raggiungesse quanto voluto; ciò fu fatto e, devo dire, con grande soddisfazione!

D'altronde, che ci fosse bisogno dei requisiti che io avevo specificato in quella riunione, ce ne eravamo resi conto solo qualche mese prima, perché non erano tutti evidenti se non si tenevano in considerazione molto accuratamente certe caratteristiche dello sviluppo degli sciami elettromagnetici. Sembrava inizialmente che le tolleranze che si sarebbero dovute rispettare fossero abbastanza lasche. E invece no! Erano molto più strette di quanto avessimo pensato. La soluzione che fu alla fine trovata permise anche di incorporare una caratteristica non prevista originariamente e che passo a spiegare. Ciascuna delle celle bidimensionali è lunga 1,25 metri e tipicamente i fotoni provengono da 100 metri di distanza; essendo il calorimetro di 1,25 metri di spessore, è chiaro che quando i fotoni arrivano con un certo angolo, l’asse di questi fotoni non corrisponde all’asse della cella. Però ci rendemmo conto che poteva essere adottata una soluzione ottimale; quello è stato proprio il caso in cui una idea risultò giusta, non costò nulla e poté essere adottata istantaneamente! Ma è rarissimo che ciò succeda! Quello che fu fatto riguardava i nastri di rame-berillio che determinavano le dimensioni e la localizzazione di queste celle; questi erano tenuti spazati accuratamente con una specie di fogli di vetronite lavorati con delle “slots” in cui passano questi nastri. Ne risultava una specie di ricamo, perché sono sei metri quadri di superficie perforata da 26000 “slots” che dovevano essere realizzate con delle frese numeriche. Le frese permettono di realizzare lavorazioni che sarebbero difficili per un operatore. Se ad un’operatore tu gli dici: “Mi fai 100 incisioni a un centimetro l’una dall’altra”, lui ha la scala in centimetri, si sposta, uno, due, tre centimetri, non si sbaglia e fa le cose per bene... Se però gli dici: “Me le fai a 0,95 centimetri ed ogni volta 2,5 decimi in meno, quel povero operatore si deve mettere lì, fare i calcoli, ogni tanto sbaglia e ci mette il triplo del tempo! Nelle macchine numeriche no! C’è un solo parametro che dice il passo dell’operazione da fare e la macchina la ripete 200 volte per ogni linea e questo passo, io gli posso dire: “Il primo è 1 centimetro, il secondo è 0,995, il terzo punto è... l’aggiunta di fatica e tempo è praticamente zero. In questo modo le celle bidimensionali vennero fatte in

maniera tale che puntassero tutte ad un “fuoco” ideale a 100 metri di distanza, invece di essere parallele tra di loro. Insomma: una idea da nulla, a cui però i nostri colleghi americani a) non avevano pensato e b) non l'avrebbero potuto implementare, per lo meno senza grossi problemi, perché invece di usare il liquido e questi nastri, loro usavano dei cristalli. E fare i cristalli tutti differenti complica molto. L'esperimento si può fare anche senza questa proprietà, ma con questa proprietà si riduce di molto la possibilità di un certo errore sistematico. Questo è un esempio di come, a volte effettivamente... Ah, ah ah! L'applicabilità delle idee dipende proprio dagli sviluppi tecnici: con le macchine ordinarie non si poteva fare, con le macchine numeriche sì. Nel nostro campo di ricerca sperimentale, quello che si poteva fare è quasi sempre già stato fatto! Quindi, uno deve essere in grado di sfruttare via via gli ultimi sviluppi tecnologici, avvenuti in generale per ragioni del tutto indipendenti ed esterne al nostro campo di ricerca.

Quindi, quando è stato che avete avuto dei risultati significativi rispetto agli obiettivi che vi eravate posti?

C'è voluto fino al 2001, 2002 per ottenere risultati finali, e questa volta coerenti fra i due lati dell'Atlantico; per cui ora il risultato è dato per acquisito, non solo da noi, ma dalla comunità internazionale. Poi noi abbiamo continuato, applicando sempre questi principi; questa volta abbiamo cercato di non fare errori grossi nel paragonare i decadimenti dei K carichi positivi rispetto a quelli negativi. Prima erano i due modi di decadimento dei K neutri e adesso è il confronto fra decadimenti di K carichi di carica opposta. Il fatto è che il Modello Standard prevede che, in questo caso, si possa misurare solo l'equivalente di ϵ' , cioè non si può dividere per ϵ e questo rende tutto molto più difficile! Però nessuno dice che il Modello Standard sia la teoria finale; ci potrebbero essere delle deviazioni che, per esempio, Gino Isidori e tanti altri hanno esaminato. Quindi noi abbiamo deciso — visto che si poteva implementare modificando di poco l'apparato e modificando sostanzialmente il fascio — di adottare una strategia sperimentale analoga a quella precedente, tutta mirata a vedere differenze molto piccole. Questa volta abbiamo raccolto non milioni ma bilioni di dati; abbiamo 10^9 eventi; Elio Fabri e compagni ne avevano un campione di soli 53, però quei 53 costituiscono un indizio che venne preso in seria considerazione da Lee e Yang nel loro lavoro sulla violazione della parità nelle interazioni deboli. Non abbiamo trovato effetti di violazione di CP al momento; stiamo continuando nelle nostre analisi e abbiamo in compenso scoperto un effetto, su cui ha lavorato Nicola Cabibbo da un punto di vista teorico. Ciò ha implicato una interazione diretta tra me e Nicola; negli ultimi mesi di un periodo in cui lui è stato al CERN, abbiamo lavorato proprio fianco a fianco... esperimento e teoria!

Sì, sì, io l'ho visto molto entusiasta di quel periodo!

E questo dipende dalla capacità dell'apparato di vedere certi tipi di eventi; cosa che, tra parentesi, non è stata particolarmente apprezzata da Luciano Maiani, nel senso che è stato molto riluttante ad approvare la nostra proposta di esperimento. Lui riteneva di sapere già la risposta... In un certo senso, a posteriori, ha avuto ragione. Maiani pensava che gli effetti di violazione di CP sarebbero stati troppo piccoli perché

li potessimo osservare, malgrado che noi avessimo un numero di eventi di molti ordini di grandezza superiore a quello di qualunque esperimento precedente. Il tutto sarebbe costato molto poco al CERN, ma lui, nella sua politica di Direttore Generale, pensava forse che non fosse opportuno deflettere dalla razionalità teorica più dura che era: “Che si sapeva già la risposta...”. Per cui non abbiamo riscosso grande interesse per questa seconda fase dell’esperimento; però non era di peso.

Invece quali erano le vostre motivazioni per andare avanti?

Le nostre motivazioni erano proprio di poter fare una misura anche se sapevamo che le previsioni teoriche erano tali da non permettere di controllarle direttamente; ma naturalmente nessuno impedisce che ci sia qualcosa che sia sfuggito nel calcolo teorico! L’apparato ha continuato a funzionare, il gruppo è rimasto insieme ed è stata fatta una proposta — che ora è in discussione — per misurare un certo tipo di decadimento super raro, per cui bisogna aggiungere alcune parti all’apparato; ma il calorimetro resta lì — è un capitale dell’INFN — e questa proposta non c’è teorico che non la consideri perfetta dal punto di vista strettamente teorico; cioè: quella è una misura che non si sa come farla... però è una misura che s’ha da fare! Dal punto di vista dei teorici abbiamo la benedizione... Il fatto è che il problema non è mai stato quello di fare una proposta o di fare accettare una proposta ad un comitato; il problema è di ottenere poi i risultati che uno si era prefisso; quello è l’impegno che ci vuole, il resto è ordinaria amministrazione.

C’è un altro caso in cui si è dimostrato saggio non abbandonare immediatamente la cosa, finito l’obiettivo principale di misurare ϵ' . È quello che, guarda un po’, coinvolge adesso come ricercatore, il Presidente dell’INFN; infatti insieme a Roberto Petronzio, Antonio Masiero e Paolo Paradisi, un giovane ricercatore, l’anno scorso, hanno pubblicato un articolo teorico in cui discutono la possibilità che il rapporto tra due modi di decadimento dei K carichi, uno $K \rightarrow e\nu$, l’altro $K \rightarrow \mu\nu$, che la teoria standard prevede avere il valore di $2.45 \cdot 10^{-5}$ possa differire da quel valore lì anche di qualche percento. Esisteva solo una misura fatta nel '76. Io l’avevo fatta rifare in via accessoria, in parallelo al nostro programma principale, da un giovane che ha preso il PhD alla Scuola Normale l’anno scorso e che ora è a Cambridge. La precisione ottenuta risultò migliore di almeno un fattore 2 rispetto alla misura precedente. In questi giorni stiamo per chiedere di avere il fascio disponibile durante l’anno prossimo in modo da migliorare di molto la precisione ed arrivare nella zona interessante per le previsioni di Petronzio, Masiero e Paradisi. Questo mentre aspettiamo che siano fatte le prove preliminari e che possano essere effettivamente assicurati i finanziamenti per fare le modifiche necessarie all’esperimento. È l’esperimento che tutti i teorici vogliono che si faccia! È per questo che ci divertiamo ancora portando avanti queste cose!

Ed LHC? Come lo vede?

LHC lo vedo come un’impresa che, personalmente, non mi attrae più di un tanto; è una grossa sfida tecnologica; aprirà sicuramente, come è successo per tutte le macchine, dei nuovi orizzonti di fisica. È il progetto che appunto “tira”, che estende al massimo quello che si può fare al CERN. Quindi, da questo punto di vista, è il progetto giusto, è

giusto che ci sia attenzione a non fare cose di ordinaria amministrazione. Però, in un certo senso, sono troppo vecchio perché la sociologia di questi gruppi con migliaia di persone mi attragga e devo dire che non deve essere facile dare un contributo significativo. Insomma: sono cambiamenti proprio epocali, cambiamenti di stile! Mentre su un esperimento come il nostro, in linea di principio, ciascuno di noi può sapere tutto, o almeno, qualcuno che si avvicina a saper tutto c'è... In un esperimento per LHC, via via uno deve aspettare che ognuno faccia il proprio gioco, etc., etc. Dovrò vedere come riusciranno a mettere tutto in funzione...

È un'impresa di una enorme complessità... è stato paragonata, credo, ad un'impresa di media grandezza che produca però un prototipo unico, per il quale le varie parti provengano da tutto il mondo. In questi giorni leggo — lo stavo leggendo proprio ieri l'altro — le difficoltà che hanno con l'Airbus 380 da un punto di vista tecnico — a parte le difficoltà politiche che possono essere predominanti — ma addirittura, da un punto di vista tecnico, poiché metà della fusoliera è assemblata, con tutti i cablaggi, ad Amburgo; la portano poi a Tolosa e... non la sanno mettere insieme! Viene fuori che i primi aerei prodotti dovranno avere ciascuno un manuale diverso perché proprio lì, a metà aeroplano, gli cambia il colore del tale cavo... Questo può essere causa di un disastro, che... ucciderebbe l'Airbus Industries. Cose di quel genere lì, dentro LHC, ce ne sono a decine. Io credo che il "management" del CERN non abbia fatto completamente il proprio dovere in quanto, secondo me, ha accettato di costruire la macchina in condizioni quasi proibitive. Ma devo riconoscere che era una questione di sopravvivenza per il laboratorio. Inoltre, nella scelta delle dimensioni e della complessità degli esperimenti, sempre secondo me, il CERN, più specificatamente la direzione di ricerca del CERN, doveva essere più vigilante. Doveva cercare di introdurre degli elementi di semplificazione invece di accettare complicazioni non sempre indispensabili.

Però mi sembra che lei sia fiducioso perché dice: "È una nuova macchina che, comunque, aprirà nuove strade".

Questo è scontato! Lì si troveranno delle cose che non si capiranno sulla base delle conoscenze attuali e quindi ci sarà un ulteriore sviluppo delle conoscenze nel nostro campo. Questo lo do per scontato!

Ma abbiamo visto le traversie che sono successe! A me è capitato anche di essere un po' coinvolto come membro dell'ERC — *"External Review Committee"*. È stata una analisi assai esauriente ed alla fine il progetto è andato avanti senza rivoluzioni eccessive. La saggezza del "management" è stata messa un po' in discussione in vari casi, ma obiettivamente, il contributo maggiore alle difficoltà in cui si è trovato il CERN fu dato dalla Germania, mi pare proprio nel '97, quando impose un taglio nel "budget" del CERN nel momento in cui ci si aspettava, secondo le regole, esattamente il contrario.

Il sistema con cui il costo del CERN è ripartito tra gli stati membri segue criteri ben precisi. In certe condizioni specifiche, per un determinato stato membro, queste regole possono essere modificate temporaneamente a suo favore. Questo fu fatto, in particolare al momento in cui la Germania Federale ha assorbito la Germania dell'Est; però, dopo 5 anni, era previsto che la Germania dovesse rientrare nelle regole. Essendo aumentato

il prodotto nazionale lordo — perché non sarà stato così grande quello della Germania dell'Est, ma sicuramente il totale aumentava — uno si doveva aspettare un aumento del contributo della Germania... In quel momento lì, imposero semplicemente, con una pistola sul banco, una riduzione invece che un aumento. E quale poteva essere lo Stato che diceva: “Ma io sono ricco così tanto che tu, Super Germania, paghi meno di quello che devi secondo le regole e io pago di più di quello che dovrei...” Impossibile, no?! Politicamente, non fu ritenuto opportuno rendere edotti tutti di quali fossero le conseguenze della riduzione imposta. Dopo di che, dopo due anni, sono apparse evidenti le reali conseguenze! Secondo me, quello fu effettivamente l'atto che più ha contribuito alle difficoltà emerse successivamente. Forse lo stesso “management” del CERN non se ne rese pienamente conto; ci fu chi pensava che ci fossero ancora delle riserve, che si potessero fare dei tagli, etc.

In aggiunta, il Council ha imposto delle regole draconiane soprattutto sul numero di persone. Se lo scopo è di mantenere sotto controllo il budget di un laboratorio e questo indipendentemente dagli scopi e dai risultati, imporre un limite al personale è un metodo sicuro. È stata effettivamente adottata questa politica e diminuito il personale di 650 unità su circa 3000 in totale; e questo durante la costruzione! Sapendo benissimo che, diminuendo il personale in questo modo, bisognava poi mandare fuori tante attività — ma si trattava di attività uniche, non oggetti o prestazioni che si possono comprare direttamente sul mercato.

Quindi il tutto è stato inefficiente e hanno dovuto utilizzare persone che erano andate in pensione per mandarle a controllare cosa succedeva all'Ansaldo, perché solo loro avevano l'esperienza necessaria! Questo ha portato ad interminabili ritardi ed è chiaro che un progetto che dura un anno di più costa di più; se non altro devi pagare il personale per quell'anno, no!? Ma non importa tanto che il progetto sia gestito in modo inefficiente e che costi di più... perché il budget annuale, comunque, si mantiene a un certo livello costante! Sembra che nel Council insistano ancora per continuare nella riduzione... Questo potrebbe veramente rendere difficile anche l'utilizzazione di LHC, tanto più che questi esperimenti sono stati esagerati nella loro complessità. Il 99% della fisica si sarebbe potuto ottenere con una complessità ridotta e quindi anche con maggiore efficienza e maggiore rapidità.

In ogni modo, tornando alla sociologia: tutte le epoche hanno i loro modi di funzionare. Quando io ho cominciato a lavorare, i computer non c'erano; il primo “statement”, forse glielo ho detto, $A = A + B$ l'ho sentito da Elio Fabri, nel '55 probabilmente. Uno ha dovuto imparare che aveva un senso non aritmetico; voleva dire che A veniva sostituito, nella sua cella di memoria, con $A + B$. Però, per quanto uno impari, chi è nato con queste tecnologie già diffuse in casa, i computer li maneggia in una maniera molto più efficace e così avviene con le telecomunicazioni, con tutto insomma! Niente di male! I giovani fisici sperimentali ora si trovano in gruppi di 2000 persone e si devono affermare in quel contesto; prima c'erano solo tre gatti... Era tutto differente! Ma il giovane brillante lo si riconosce anche ora. Certo c'è il rischio che qualcuno si trovi confinato a fare cose eccellenti, ma in un angolo così specifico, che poi... Quindi, può darsi che dei giovani siano un po' scoraggiati da questi fatti; e poi c'è la questione delle

prospettive di carriera. Per chi vuole fare ricerca è sempre stato un azzardo. Anche nel passato nessuno garantiva che uno avrebbe avuto un posto. L'importante è che ci sia una società che riesca a utilizzare le competenze e l'educazione che queste persone hanno effettivamente maturato. Non sentirsi dire: "Vai! tu non puoi fare il ricercatore al CERN, allora, per conseguenza, ti devi demoralizzare, non sei buono a niente, non ti vogliamo a fare nulla!"

È importante che ci siano persone con delle competenze e che possano dare alla società un contributo derivante proprio dalle loro capacità!

D'altronde persone che imparino a usare la testa sono utili in qualunque attività umana.

L'importante è che ci siano persone, con formazione scientifica, che poi vadano in giro per il mondo...

Tra parentesi, riflettendoci, a quanto pare è più facile che questo succeda nell'ambito delle lettere; se guardo, anche adesso, alla Scuola Normale siamo sempre tre gatti. Anche prima era così... Ma dico: Amato, Ministro degli Interni, D'Alema Ministro degli Esteri, Mussi etc. Fino a poco tempo fa c'era Ciampi, Presidente della Repubblica. Tutti della Classe di Lettere, Mussi è un filosofo, non so se mi spiego! Ma, della Classe di Scienze, persone che abbiano avuto anche un impatto paragonabile nella politica e nella società non ne conosco!

È per questo che dicevo che sarebbe importante che persone con una forte formazione scientifica abbiano poi un peso nella società, al di là del mondo riguardante strettamente la ricerca.

Forse la base che io guardo è troppo ristretta per poter fornire una prova, ma come ho detto, ho l'impressione che i letterati se la cavino meglio, se non altro perché loro sanno parlare e sanno scrivere; e poi il tipo di argomenti che sono abituati a sviluppare è diverso, è più flessibile; la logica della politica, si fa per dire, è tutt'altro che la logica della scienza; se uno cerca di traslare certi aspetti della scienza nella politica, ti dicono: "Ma sei nato ieri? Non duri un giorno!"

Ma non è detto che si debba proprio avere l'ambizione di fare i politici...

No no, però ci sono effettivamente delle cose che fa rabbia vedere nel nostro paese. Per esempio, andando da Pisa a Roma in treno, quando il treno passa vicino a Montalto di Castro — non so quale reazione susciti in lei la vista dei cantieri per la fantomatica centrale elettrica — io mi sento ribollire! E lo stesso quando, viaggiando in macchina, mi trovo davanti a cartelli del tipo: "Comune denuclearizzato!"

Non sanno neanche loro cosa vogliono dire. Se uno lo chiede agli abitanti, non sanno bene che cosa significhi.

Abbiamo chiacchierato più di quanto avevamo preventivato...

Un record: due ore, 5 minuti e 29 secondi.

Accidenti! Beh, fermiamoci qua!