

Giorgio Bellettini(*)

Summary. — Giorgio Bellettini nasce a Bologna il 5 maggio 1934. Gli anni dell'adolescenza sono passati a Bologna ove percorre una carriera scolastica senza problemi contemporaneamente dedicandosi ad una intensa attività sportiva come tennista. Nel 1953 vince il concorso di ammissione alla Scuola Normale Superiore di Pisa. Si laurea in Fisica nel Dicembre del 1957. Dopo un breve periodo passato nel gruppo emulsioni di Edoardo Amaldi a Roma, su sollecitazione di Carlo Franzinetti si trasferisce a Pisa, ove inizia la preparazione di un esperimento per il sincrotrone di Frascati allora in costruzione. L'esperimento porta alla misura della vita media del mesone π^0 tramite l'“Effetto Primakoff”. Nel 1964 si trasferisce al CERN lavorando ad esperimenti di diffusione elastica di adroni contro protoni nel gruppo di Giuseppe Cocconi. Tornato a Pisa continua l'attività al CERN con esperimenti di diffusione elastica al PS e poi con un esperimento di misura della sezione d'urto totale pp all'ISR. L'esperimento ha messo in luce per la prima volta la crescita della sezione d'urto pp alle altissime energie. Dirige i Laboratori Nazionali di Frascati dal 1974 al 1976. Diviene Professore Ordinario di Fisica Generale nel 1979. Ha svolto corsi di Fisica Generale, Fisica Nucleare, Ottica Elettronica ed Acceleratori, Fisica agli Anelli di Collisione. Ha formato un notevole numero di fisici di ottimo livello. Nel 1980 inizia un'importante ed estremamente produttiva attività di lungo periodo partecipando, con una collaborazione italiana, alla sperimentazione a Fermilab nell'esperimento CDF che tuttora prosegue. CDF ha scoperto il quark top nel 1995. Giorgio Bellettini è stato il responsabile di tutta la collaborazione CDF dal 1995 al 1997. Ha fondato l'Associazione Culturale degli Italiani a Fermilab ed ha curato altre iniziative analoghe.

(*) Registrazione effettuata a Pisa, 10 ed 11 marzo 2009.

Giorgio Bellettini è stato membro di molti comitati di gestione della ricerca scientifica sia in campo nazionale che internazionale. Ha presieduto la “*Intersecting Storage Rings Committee*” dal 1980 al 1985. Ha presieduto la *Commissione Scientifica Nazionale 1* dell’INFN dal 1971 al 1974 e dal 1985 al 1991. È stato membro della “*Scientific Policy Committee*” del CERN dal 1992 al 1998. Ha partecipato all’organizzazione di moltissime conferenze internazionali. Ha ricevuto numerosi riconoscimenti e premi sia in ambito nazionale che internazionale; Fellow della American Physical Society, Commendatore della Repubblica Italiana, Laurea Honoris Causa del Joint Institute of Nuclear Research di Dubna, Ordine del Cherubino e Professore Emerito dell’Università di Pisa.

Cominciamo veramente dall’inizio: da quando lei è nato.

Sono nato a Bologna nel maggio del 1934, quindi oggi vado per i 75, ho ancora 74 anni.

Vuole dirmi qualcosa dei suoi genitori?

Sì, sì, è abbastanza interessante. . .

Per esempio: che persone fossero; l’influenza che sente di avere avuto da loro.

Enorme, ma in modo che adesso le spiego.

Mio padre era un operaio fornaio, lavorava la notte a fare il pane. La mattina alle otto veniva a casa, spesso portando il pane fresco. Mia mamma stava in casa, era una donna di casa. Avevano tre figli maschi; io ero il più piccolo. Il primo, si chiamava Athos ed aveva tredici anni più di me; il secondo, Walter, ne aveva dieci più di me. Dico: “si chiamava” perché purtroppo sono entrambi morti. Io sono venuto un pochino per sbaglio, forse nel tentativo disperato della mamma di trovare un aiuto familiare, sperando che finalmente venisse la femmina. È venuto un terzo ragazzo!

I miei genitori hanno avuto un’enorme influenza su questi tre figli, pur avendo fatto solo la quinta elementare. Venivano dalla campagna ferrarese, inurbati a un certo punto, perché mio babbo trovò lavoro a Bologna. Il babbo del mio babbo faceva il becchino ad Argenta; gente molto, molto semplice! Tuttavia gente intelligente e che, comunque, aveva un rispetto enorme per l’educazione, pensando che la loro vita dovesse essere dedicata ad educare i figli. Stavamo in una strada di Bologna, in periferia, tanto periferica che era una strada chiusa; dopo quella c’era la campagna. Quindi: questi ragazzi loro li mandarono a scuola. Ma, naturalmente, si mangiava malamente, si faceva fatica a sbarcare il lunario. Ho visto tante volte mia mamma, alla fine del mese, piangere perché veniva il padrone di casa a chiedere un piccolo affitto e lei non aveva niente. Una vita molto, molto modesta. Tuttavia i ragazzi andarono al liceo; dopo il liceo, all’università. Mi ricordo anche che i vicini, gente per bene e tanto amici, però, ecco, nessuno capiva il perché del massacrarsi

con tre maschi all'università che, per decine di anni, non avrebbero guadagnato ed anzi costavano. Quindi ci prendevano in giro. Non noi; prendevano in giro mio padre e qualche volta mia madre.

Comunque sia, loro furono inflessibili. I ragazzi, fino a che erano in grado di andare avanti, dovevano studiare. Erano tutti ragazzi brillanti. Il mio primo fratello fece la carriera di assistente universitario, poi divenne professore di economia a Bologna; ha curato anche l'assessorato — di statistica, mi pare — poi purtroppo morì a 60 anni.

Il secondo figlio fece il medico, divenne primario di un settore di un ospedale e morì anche lui giovane, a 63 anni. Io arrivai alla fine della mia scuola elementare nell'ultimo anno di guerra. Non frequentai quindi la quinta elementare e la feci da privatista perché poi le scuole ripresero, mi diedero i libri per studiare e passai direttamente alla prima media. Dopo di che feci le medie a Bologna in una scuola del tutto decente; poi andai al liceo scientifico di Bologna e poi via così. . .

Ricorda qualcosa in particolare degli anni di scuola, in relazione alle sue passioni?

Sì, certamente, certamente. Ero uno studente molto. . . , con certe caratteristiche non del tutto frequenti. Ero vivace, pronto ad apprendere, però ero dedito, quasi a pieno tempo, allo sport. Facevo tennis. Mi notarono. D'estate andavo a raccattare le palle per guadagnarci la Coca Cola; no, a quel tempo era l'aranciata o qualcosa del genere. Ero fisicamente robusto ed ero anche compagno di banco, alle scuole medie, del figlio del dirigente della squadra sportiva dei giovani della Virtus di Bologna. Allora questo dirigente — eravamo nel primo dopoguerra, quindi non c'era nulla — cercava dei ragazzini per vedere di trovare qualcuno che imparasse a giocare a tennis. Mi vide e mi fece giocare con suo figlio. Io giocavo con estrema facilità ed imparai subito. Quindi, da 14 anni fino a 18 anni, giocai tantissimo a tennis; feci parte per tre anni della squadra nazionale juniores e passai in seconda categoria. Facevo tanti tornei. Quando cominciava la primavera e poi la prima estate, c'erano continuamente tornei. Tipicamente andavo a scuola il lunedì, martedì, mercoledì e poi, dal giovedì in poi, mancavo. Tuttavia sono sempre andato molto bene, soprattutto al liceo. Prima scappavo per giocare a calcio; tutto così. . . La caratteristica di questo ragazzo è stata: grande vivacità, grande attività sportiva. La scuola, però, è sempre andata assai bene. Questo cosa ha voluto dire? Ha voluto dire che la preparazione era solo scolastica. Io volevo andare bene a scuola. Poi, dopo aver fatto quello, che altro mi serviva?

Faceva delle letture extra scolastiche?

Assolutamente no; le due cose sono legate. Non avevo tempo. Non avendo tempo, non ne ho acquisito il gusto. Le dirò che questo ebbe conseguenze non piccole per il mio futuro. Quando arrivai alla fine del liceo, ero uno dei migliori. Andavo molto bene, per carità! I miei genitori mi chiesero che cosa avrei voluto fare, poiché erano preoccupati. Avevano due figli che ancora non guadagnavano quasi niente. Mi ricordo che mio fratello, il secondo, il medico, andava a fare le visite in bicicletta perché non aveva altro mezzo. La casa era piena di libri e i miei genitori speravano che studiassi medicina, perché c'erano già i libri. . . Io dissi: "Mah, potrei fare lettere classiche, se no,

fisica o matematica”. “Abbiamo tutti i libri di medicina e fai medicina! O fai almeno ingegneria, che si guadagna!”. Mi ricordo che avevo la convinzione che gli ingegneri fossero dei pasticcioni, che non si preoccupassero del perché della cose — il che non è vero—, ma quella era la mia impressione. Sicché io ero tutto preso fra due estremi. Recitavo poesia: rompevo le scatole a tutto il mondo recitando interminabili poesie, che imparavo a memoria. Poi mi piaceva la fisica, perché era divertente.

Già dalla scuola le piaceva la fisica?

Sì, ma le ripeto: ero molto incerto tra fare lettere classiche, tentare addirittura di scrivere qualcosa io stesso; oppure fare matematica o fisica. Piuttosto fisica e matematica, certo non ingegneria, certo non medicina. . . Ho sempre avuto una pessima memoria. A quei tempi ero un po' meglio, adesso è un serio problema. Tuttavia avevo visto il secondo fratello, che faceva medicina, studiare in maniera terrificante! E io dissi: “No, no, no, per carità!”. I miei genitori erano disorientati perché intanto si parlava di un ragazzo che faceva cose che non rendevano denaro, come la fisica; questo era evidente. Ed inoltre oscillava fra due estremi. “Ma questo non sa quel che vuole!”. Allora parlarono con i miei professori; parlarono in particolare con il professore di italiano e con quello di matematica e fisica. Erano due persone molto capaci. Il professore di matematica e fisica, si chiamava Aldo Graffi. Disse: “Il ragazzo può fare qualunque cosa. Se avete il problema di mantenerlo all'università e non ce la fate, ditegli di provare a fare un concorso. C'è una scuola a Pisa dove, se il ragazzo vencesse, lo manterrebbero”. Ed io non sapevo neanche cosa fosse. . . Però mi iscrissi ed andai a fare il concorso in settembre. Ero una persona molto strana. Ero fortissimo, nero abbronzato, giocando a tennis tutto il giorno. Andai in mezzo a questi ragazzi; mi videro salire le scale della Scuola — Conosce la Scuola Normale? Stavano tutti appollaiati là, i fagioli, i nuovi concorrenti. Tutti si guardavano intorno ed ecco arrivo io: una specie di bagnino. Salii e mi presero in giro: “Che fai?” “Io faccio il concorso.” “Ma va'!”. E c'era un senso in questo, perché erano ragazzi preparatissimi. Io ho visto ragazzi arrivare con dei bauli di libri. Avevano appunto letto ben altro che i libri di scuola. Quindi, là per là, dicevo: “Io faccio il concorso, faccio il concorso!”. Andai molto bene, in realtà. Arrivai secondo su 12. Insomma: non ci fu problema. Il tipo di indagini che facevano non era culturale, volevano vedere se il ragazzo era pronto. Era l'unica qualità che avevo e me la cavai bene. Però, da allora in poi, e per sempre, io ho sofferto di una cultura modesta in fisica. Naturalmente ho molto studiato. Alla Scuola Normale ho studiato come un pazzo. Però, insomma, tutti quegli anni in cui giocavo a tennis. . .

Ha avuto altre curiosità, ha fatto altri studi o letture?

Una buona preparazione scolastica l'avevo o l'ho acquisita, ma quanto in più? Qualche cosa; ma purtroppo ebbi poche curiosità, lessi poco. E poi, dopo, alla Scuola Normale si fanno sette esami a giugno! Insomma, diciamo che tutto ciò mi ha danneggiato. Per lo meno ha limitato certe mie prestazioni. Poi, come tutti, uno si adatta. Ha certe capacità. I sordi se la cavano con il tatto; chi vede male usa una lente. . . Io ero una persona molto pronta ad apprendere, con cattiva memoria, ma rapido a pensare.

Quindi, in qualche maniera, poi, ho fatto il fisico sperimentale, mi sono adattato ed ho avuto qualche successo. Ma insomma: è vero che mi è sempre dispiaciuto di non riuscire a ricordare bene, soprattutto la fisica teorica, la teoria dei campi, la teoria dei gruppi. Tutte cose che, a quei tempi, cominciavano. Non è che le sapessero tutti, sia ben chiaro.

Cerchiamo di precisare alcune date. Quale è stato il suo anno di iscrizione all'università?

Dunque, nel 1953, avevo 19 anni. Poi mi sono laureato in 4 anni. Ci fu un disastro alla fine del terzo anno perché all'ultimo esame del terzo anno fui buttato fuori dalla Scuola Normale e fu un evento che un giorno sarebbe bene poter approfondire, perché io avevo una media del 29 e mezzo, avevo sostenuto tutti gli esami del primo, secondo e terzo anno, quelli interni e quelli esterni; tutti. C'era un esame di fisica-matematica per il quale il professore rimandò più volte tantissimi di noi, fino al 31 luglio, perché non era convinto che avessimo studiato abbastanza. Ci interrogò; interrogò me come gli altri. Gli spiegai tutto. Disse: "Non mi piace, me lo faccia in un altro modo, non mi piace". E fallo in un altro modo... Io non è che non lo sapessi, erano anche cose abbastanza semplici. Lo feci in altro modo. Disse: "Va bene, basta così". Mi chiamò dopo cinque minuti: "approvato con 23". Alla Scuola Normale non puoi prendere alcun voto inferiore al 24. A quei tempi uno consegnava il libretto e poi il professore decideva, quindi ci fu questa bella scenata di una persona che cambiò la vita di un giovane, alla fine del terzo anno. Un fisico, un esame di Meccanica Analitica. E quindi fu questo un fatto proprio indigeribile, ma ormai c'era poco da fare. Era il 31 luglio, tutti partivano, la Scuola chiudeva. Mi ritrovai all'improvviso fuori dalla Scuola! Anche l'ultimo anno lo feci a Pisa; poi presi una laurea addirittura in chimica-fisica.

Fui però, in qualche modo, recuperato dai romani, perché, a quei tempi, Roma aveva qualche posto di dipendente a disposizione dell'INFN e non aveva studenti interni che sembrassero abbastanza capaci. Allora il professor Mezzetti — Lucio Mezzetti, che divenne poi Direttore dei Laboratori di Frascati — si fece portatore delle esigenze della scuola di Roma e si mise a fare il giro dell'Italia alla ricerca di studenti. Girò dalla Sicilia alle Alpi, alla ricerca di ragazzotti ai quali quei due posti potessero interessare. Uno dei due posti era per il gruppo di Amaldi, del vecchio Amaldi, gruppo che però, al mio arrivo, era di fatto gestito da Carlo Franzinetti, al quale poco dopo seguì Carlo Castagnoli. Poi c'erano altri diversi fisici anziani. Insomma: un gruppo robusto di lastre nucleari, che riceveva lastre esposte da Berkeley, essenzialmente a fasci di antiprotoni. Studiava roba relativamente elementare, però studiava reazioni a quel tempo molto interessanti, perché non si conosceva ancora granché. L'altro posto era per il gruppo stesso del professor Mezzetti, un gruppo di elettronica. Allora Mezzetti tornò a Roma proponendo due persone. Uno era Guido Finocchiaro, di Catania, ragazzo totalmente diverso da me. Un ragazzo a quei tempi; è esattamente mio coetaneo. Poi alla fine ha girato per il mondo e, quando è andato in pensione, è venuto a stare con sua moglie, qui, in centro a Pisa. Bene... era un genietto dell'elettronica e se lo prese per sé. Poi propose a me di venire a Roma a lavorare con Edoardo Amaldi. Dica un po' lei! Dalla polvere agli altari! Dissi di sì e mi laureai a Pisa il 13 dicembre di quell'anno. Dal primo

di dicembre avevo un posto permanente a Roma, con il gruppo di Amaldi. Buttalo via!

La laurea verteva su quale argomento?

Sullo studio di risonanze quadrupolari nucleari mediante microonde, con bersagli costituiti da strutture molecolari complesse.

E chi gliela aveva assegnata?

Scrocco si chiamava il professore, Eolo Scrocco; però nel lavoro sperimentale mi seguì un suo assistente: Pietro Bucci. Presi la lode; la media era altissima nonostante il 23.

Quali altri professori del corso di laurea si ricorda?

Fisica 1, all'inizio, me la faceva Giorgio Salvini, che era qui a Pisa. Ricordo con piacere Carlo Cattaneo, professore di Meccanica di base al secondo anno, di Meccanica Superiore al terzo ed al quarto anno. Faceva relatività, anche relatività generale. Sì, ricordo Salvini, ricordo Cattaneo, poi non saprei ancora chi citarle.

Durante gli studi non c'è stata una persona, un insegnante che l'abbia stimolata, che abbia determinato in lei un tipo particolare di interesse?

No... , direi di no.

Ricorda i compagni di studio di quell'epoca?

Alla Scuola Normale vivevamo insieme io, Italo Mannelli e Vittorio Silvestrini. Eravamo sempre insieme! Vittorio adesso è professore a Napoli, Italo è divenuto professore alla Normale. Ero anche particolarmente amico di Carlo Rubbia, che era del nostro stesso anno ed anche lui in Normale. Mi piaceva la sua personalità. Molto scorbuto anche allora... ma, insomma: eravamo amici.

Ha seguito delle lezioni di Touschek?

Forse assai più tardi. A Roma dopo la laurea, per due o tre anni, seguì un corso di perfezionamento e ne feci tutti i 5 esami interni. No, non c'era Touschek. Ricordo il professor Enrico Persico che fece diverse lezioni sulle macchine acceleratrici. Marcello Cini faceva, mi pare, un corso sulla fisica dei pioni e sulle relazioni di dispersione.

Quindi, venuto a Roma con la collocazione che diceva prima, ha seguito anche questo corso di perfezionamento.

Sì, sì. E, come ricerca, si studiavano le lastre nucleari. Io fui messo a seguire lo sviluppo delle emulsioni nella cantina, guidato un pochino da Augusta Manfredini e da Giustina Baroni. La Manfredini mi insegnava come si sviluppavano per bene queste emulsioni, per fare in modo che non si deformassero troppo sui bordi, che fossero, diciamo, integralmente sviluppate nel loro volume. Questo per alcuni anni. A Roma c'era anche Carlo Franzinetti, che però, dopo circa sei mesi, vinse una cattedra e si trasferì a Pisa. Ci conoscevamo bene perché ero molto espansivo. Non è che fosse difficile conoscerli; ci conoscevamo bene con Carlo Castagnoli, con Carlo Franzinetti, con Giustina Baroni, con

Augusta Manfredini e così via. A quei tempi c'era anche nel gruppo una mia coetanea, Lina Barbaro Gualtieri, ora a Berkeley.

Franzinetti venne qui a Pisa, durante il mio secondo anno di Roma. L'anno successivo mi telefonò e mi disse: "Senti Giorgio qui c'è un posto di assistente; un posto che ti inizia alla carriera universitaria. Dipendente dell'INFN va benissimo, per carità, però un posto di assistente è un altro tipo di status. Se vieni te lo diamo, però, se vieni, devi piantarla con le emulsioni nucleari perché non sono più la tecnica del giorno. Devi mettere su un gruppo di elettronica e fare ricerca tramite "contatori". Io, a quel tempo, non sapevo nemmeno cosa fosse un cavo, le dico la verità. Magari un cavo sì, ma insomma: l'impedenza caratteristica... , oppure un pentodo... , per non dire poi un transistor. Erano cose molto nuove per me! Però l'idea mi piacque. Lui voleva che creassi un gruppo di elettronica e contatori a Pisa, per andare poi a fare ricerche, con queste tecniche sperimentali, al nuovo sincrotrone da 1100 MeV di Frascati. Gli dissi di sì e quindi, dopo tre anni di Roma, mi dimisi dall'INFN e divenni un universitario.

E lì si trattò di mettere su un gruppo o, piuttosto, bisognava imparare il mestiere. L'ambito scientifico e il tipo di ricerca da fare erano abbastanza ben determinati; c'erano i fasci di fotoni da circa 1000 MeV e la fotoproduzione era una cosa di cui si sapeva poco. Poi c'era uno strano effetto, previsto da un teorico, che sembrava solidamente concepito: l'"Effetto Primakoff", dal nome del teorico. Non era stato ancora visto perché implicava il cercare ed il trovare un altro tipo di fotoproduzione di π^0 . Parti con un fotone, finisci con un π^0 . Tutto è neutro. Il π^0 decade in due fotoni. Tutti fotoni, tutto in avanti e tutto prossimo al fascio di fotoni di un elettrosincrotrone! Insomma: c'era un po' di preoccupazione sui fondi.

Però se uno faceva questa fotoproduzione in avanti, nel campo coulombiano di un nucleo, quello che contava nel definire la produzione proprio in avanti, a piccolissimi angoli, era l'accoppiamento del fotone incidente con un fotone del campo coulombiano e con questo π^0 prodotto. A grandi angoli il π^0 viene invece generato, in maniera predominante, tramite le interazioni forti anziché da quelle elettromagnetiche. La fotoproduzione a piccoli angoli, cioè l'effetto Primakoff, è di fatto l'inverso del decadimento del π^0 . La sua misura permette di determinare la vita media del π^0 .

Stiamo parlando adesso del periodo in cui è già entrato in funzione l'elettrosincrotrone?

Sì, sì. Era quello che mi propose Franzinetti. Mi disse: "Puoi fare un esperimento di fotoproduzione. Se misuri anche questo effetto Primakoff di cui si parla, se riesci a fare un progetto sensato e che funzioni, potresti provare a misurare la vita media del π^0 ". Bene insomma: era una cosa molto bellina...

Gli dissi di sì, ma le ripeto, si trattava di imparare la cinematica relativistica, imparare le tecniche di rilevazione dei fotoni, l'elettronica rapida, tutte cose nuove per me. Coincidenze, pentodi, triodi... Io mi buttai, un po' come facevo ai quei tempi, senza paura. Andai al CERN; avevo tanti amici della Scuola Normale che erano andati direttamente al CERN ed avevano già fatto una tesi in fisica delle particelle; io l'avevo invece fatta in fisica-chimica... Loro avevano fatto la tesi al CERN ed avevano quindi

imparato; al CERN si impara rapidamente. C'era Luigi Di Lella, di un anno o due più giovane di me, normalista anche lui, molto vivace e molto carino. Io andavo spesso al CERN per discutere con lui. Mi spiegava gli elementi delle tecniche necessarie in fisica delle particelle elementari.

Poi ci fu un professore inglese, Edmund Bellamy, che veniva da Glasgow, caro amico di Carlo Franzinetti. Era una persona ingegnosa, anche lui molto pratico di elettronica e di contatori. Passò sei mesi a Pisa, parte di un anno sabbatico, venendo a lavorare nel mio gruppo. In realtà mi insegnò un'incredibile quantità di cose, a partire dalla cinematica relativistica; aveva dei libroni in cui mi faceva vedere a che angolo andavano i fotoni di decadimento del π^0 . E poi: non aveva davvero problemi su come si maneggiassero le tecniche di conteggio con l'elettronica.

Questo gruppo — dovevo creare un gruppo! —, fu fatto inizialmente da me, da Bellamy e poi, dopo circa un anno, da Lorenzo Foà e Carlo Bemporad.

Lorenzo Foà, si era laureato a Firenze in fisica nucleare classica e, pur continuando a dipendere da Firenze, si associò al gruppo ed al progetto. Carlo Bemporad, laureato a Roma, si trasferì anche lui a Pisa. Con Edmund Bellamy eravamo quindi quattro persone. Insomma, sa, fu quanto bastò per progettare un esperimento che alla fine non mostrò difetti. Circa un anno più tardi, si aggiunse al gruppo Pierluigi Braccini, precedentemente impegnato in un esperimento di elettrodinamica, a Frascati, con Gabriele Torelli.

Come avete provveduto per la progettazione dell'esperimento, visto che in fondo partivate un po' da zero?

Ah certo: alla lavagna con Bellamy che discuteva, io che discutevo alla lavagna e scarabocchiavo. Poi, chiaramente, tutto fu messo anche su carta. Bisognava cercare di capire a che angoli bisognasse mettere i contatori, quanto bisognasse farli spessi, quanto fosse la risoluzione angolare necessaria per poter vedere il π^0 ; perché il π^0 lo si ricostruisce facendo la massa effettiva dei due fotoni e, naturalmente, se uno restringe troppo le aperture dei contatori definisce meglio, per carità, l'angolo fra i due fotoni, però perde in accettazione ed in conteggio. Se uno allarga troppo le aperture dei contatori, aumenta il conteggio, ma entra anche più fondo. Bisognava raggiungere una ottimizzazione. Venne fuori un dispositivo che ebbe un certo successo. Alla fine vedemmo questo picco in avanti, nel quale la produzione di π^0 , da nucleare, diventava predominantemente elettromagnetica. Effettuiamo una misura della vita media del π^0 che ha resistito nel tempo. La precisione è stata in seguito migliorata, ma il valore era giusto.

Come si inseriva questo tipo di esperimento nelle problematiche di quell'epoca?

Era una singolarità. Era la misura di un parametro. Una proprietà della natura che è bene conoscere. La vita media del π^0 è molto piccola, circa 10^{-16} secondi. L'interpretazione è oggi piuttosto elaborata e la teoria dei quarks allora non c'era. La misura era però un pezzo di bravura, una piccola cosa carina fatta.

Invece la fotoproduzione di π^0 ad angoli più grandi, ossia la misura della sezione d'urto differenziale, era una misura, come potrei dire, più banale: quanti π^0 vengono prodotti a 3, 4, 5, 6 gradi, con fotoni da 600 a 1000 MeV; era parte di una tematica per la quale

c'erano dei modelli fenomenologici. Questa fotoproduzione di π^0 era la nostra misura di "back-up". Ragionammo più o meno nel modo seguente: "Se non riusciamo a vedere questo benedetto picco Primakoff, che sta tutto dentro un angolo di un grado a due intorno alla direzione in avanti, misuriamo perlomeno la fotoproduzione di π^0 . Questo almeno possiamo farlo!". Quella misura aveva un suo tessuto culturale in cui inserirsi, perché era almeno confrontabile con le misure effettuate da altri. La nostra fisica non disponeva ancora, a quei tempi, di una vera teoria; non disponeva del modello standard. Era però il momento della scoperta di molte nuove particelle e fenomeni.

Per identificare i nostri π^0 si faceva un "display" su carta delle energie dei fotoni, selezionati da una coincidenza; i π^0 si raggruppavano in una zona ben separata da quella degli eventi di fondo.

Tutto questo lavoro a cosa ha portato?

Per esempio: io, alla fine di questo esperimento — in realtà tre misure separate in un unico esperimento — andai al CERN perché volevo vedere un po' il CERN e perché vi vinsi un posto. Il gruppo invece andò a DESY, perché nel frattempo era stata scoperta l' η , una specie di super- π^0 , anch'essa parzialmente decadente in due fotoni. Carlo Bemporad credo che fosse a quel punto il responsabile del gruppo. Andò a DESY per studiare la fotoproduzione di η e misurarne la vita media. La proposta a DESY andai a presentarla io, ancora attivo a Frascati. Ci rendemmo conto che si poteva usare la stessa tecnologia, la stessa teoria usata per il π^0 applicandola invece all' η . La proposta di esperimento fu approvata. Io, avendo vinto il posto al CERN, andai al CERN.

La cosa più bella di tutto ciò fu la formazione di questi 4 ragazzotti, perché eravamo tutti dei venticinquenni! Io facevo il capogruppo, ma avevo solo un anno più degli altri, due nei casi migliori. Tutte queste persone, alla fine, diventarono professori universitari, tutti raggiungendo una loro indipendenza e facendo ricerche in altri campi. Si sono divisi, restando molto amici. Si erano formati quanto basta per assumere una loro indipendenza, per esprimere una loro personalità scientifica in modo indipendente. Non ci sono stati portatori d'acqua in quel gruppo! Lì, assolutamente no! Questo fu certo una bella cosa, una "prima", se si vuole, un primo esempio di un certo modo di fare fisica che è culturalmente costruttivo, che forma dei ricercatori, tutto da soli.

Era anche una situazione abbastanza inedita per l'Italia, perché contemporanea alla nascita dei nuovi laboratori nazionali. Ciò, quindi, ha costituito una occasione.

Sì, sì, se io penso a Carlo Franzinetti che dice: "Vieni, metti su un gruppo di elettronica, vai a Frascati...". Cose che oggi sono impensabili. Chi mai si permette di dire che farà un certo esperimento: ognuno si deve inventare quello che può fare, provare, battere la concorrenza; le opzioni sono relativamente poche, non c'è niente di ovvio. Sì, era una Italia che ribolliva da tutte le parti e quello era uno degli aspetti.

Direi che voi avete colto questa occasione e l'avete giocata in modo notevole. In qualche maniera è stato per voi un momento di intensa formazione.

Sì, ma molto era una conseguenza della situazione italiana, del fatto che l'INFN finalmente potesse svilupparsi. Naturalmente Franzinetti investì sulle persone giuste: ha trovato dei ragazzotti che gli sembravano un pochino selvaggi, un pochino incolti, ma intelligenti; a un certo punto decise di investire su questo. Foà venne da Firenze. All'inizio venne ad esplorare come ci comportavamo io e Bellamy, a discutere di questo nuovo esperimento e dare una occhiata a che tipo di persone fossimo. Anche lì, non so se tramite Carlo Franzinetti che aveva degli amici a Firenze, gli fu proposto di venire a vedere a Pisa, ove si stava formando un gruppo nuovo. Quando venne rimase a bocca aperta. Questi parlavano di cinematica relativistica, di due corpi, tre corpi, angolo limite. Credo di sapere che per un giorno o due disse: "Io non ci torno più a Pisa. In mezzo a quei matti non ci torno più!". Poi invece venne. Lorenzo è una persona molto calma, molto quadrata, lenta, ma persistente. Fu quindi una persona che scelse di fare una certa cosa. Io non scelsi veramente; fu Franzinetti che giocò un terno al lotto! Foà scelse. Così anche Carlo Bemporad.

Come nacque l'occasione per questo cambiamento, per lo spostamento al CERN?

Ma niente... Tutti andavano al CERN; i miei amici della Scuola Normale ci andavano tutti. Io ero stato a Frascati per quattro o cinque anni. Alla fine pensai che, avendo avuto un buon successo a Frascati, forse avrei potuto prendere un posto di fellow per due o tre anni al CERN.

Di che anni parliamo?

Io avrò avuto 30 anni, quindi il 1964. Badi bene, andai al CERN senza un mio proprio esperimento. Quando si prende un posto di fellow al CERN, ti fanno girare tutti i vari gruppi della divisione ricerca e devi sceglierne uno. Ti danno dei consigli, però sei libero di sceglierne uno. Io ne guardai diversi, ma in realtà avevo una idea fissa: volevo andare a lavorare con Giuseppe Cocconi, perché me ne aveva parlato Carlo Castagnoli e perché avevo letto qualche suo articolo. Giuseppe Cocconi è ancora vivente, anche se purtroppo è molto invecchiato.

No, è morto. Pochissimo tempo fa, pochissimo.

Anche lui è morto! Io lo vedevo ogni settembre. Allora le dirò qualcosa di Giuseppe Cocconi. Siamo stati molto legati fino a adesso; era una persona "mitica". Mi voleva molto bene ed io lo ricambiavo. L'ho visto nel settembre dello scorso anno, quando ero al CERN per una certa riunione, e mi disse che aveva avuto un tumore. Era stato operato; stava poco bene, era molto debole. Mi ricordo che ci siamo abbracciati. Abbiamo condiviso lo stesso studio al CERN per molti anni. Eravamo ambedue "pensionati", lui come dipendente del CERN ed io che avevo lasciato il CERN per andare in America. Ci hanno conservato un ufficio insieme a sette od otto altri "vecchioni". Mi disse: "Giorgio, questa è forse l'ultima volta che ci vediamo". Risposi: "Caro Giuseppe, ti auguro ogni bene...". Era molto triste, perché molto malconcio. Speravo di vederlo

ancora, non sapevo che fosse morto. Mi piaceva Giuseppe Cocconi perché il suo stile era molto basato sui dati. Lui esaminava i dati sperimentali relativi ai fenomeni osservati, quindi cercava di immaginare come potessero essere fatte le leggi della natura. Non era un teorico, però voleva riuscire a sintetizzare i dati il più possibile. Non cercava di costruire delle teorie di campo che spiegassero le proprietà di una certa sezione d'urto, questo no; tuttavia aveva scritto diverse formule ed elaborato modelli geometrici che potevano spiegare alcune proprietà dell'interazione dei protoni di altissima energia. Mi piaceva quel suo modo di fare: guardare i dati e cercare di immaginare quanto più si potesse, senza pretendere di stare sviluppando una teoria fondamentale; cominciando a sintetizzare, in formule semplici, dei fenomeni di varia natura.

Cocconi proveniva dal campo dei raggi cosmici; aveva lavorato nel periodo della grande esplosione di quegli studi. Credo sia andato al CERN proprio all'inizio degli anni '60.

Sì, fu uno dei primi.

Un po' all'epoca in cui poi lei si è spostato...

Io volevo proprio lavorare con lui. Cercavano tutti di dissuadermi e mi ricordo che alla fine Cocconi mi disse: "Ma Giorgio, qui siamo in tanti!", perché aveva intorno un buon gruppo di persone. C'era il suo secondo, Alan Wetherell, poi c'era Bert Diddens. Mi fece molta impressione, devo dire, lavorare in quel gruppo; erano persone di capacità terrificante! Io gli dissi: "Senti un po', io voglio lavorare con te ed ho avuto da tempo questo desiderio; è inutile che cerchi di convincermi a non farlo". Disse: "Allora lavora con me!".

Poi, in realtà, lavorammo molto spesso insieme: stava a vedere cosa combinassi, facevamo turni insieme, si prendevano spesso dati insieme. Si facevano esperimenti di "scattering", scattering elastico o quasi elastico. Sempre scattering, con lo stato finale a due corpi, di regola. Quindi anche creazione di nuove risonanze. Vedemmo insieme qualche picchetto che nasceva in una qualche distribuzione. Insomma: ci trovammo molto bene. Poi, dopo tre anni del CERN, ci fu un'offerta per andare a lavorare in America. Ma nel frattempo io avevo ottenuto un posto stabile in Italia, la libera docenza, una stabilizzazione come professore di seconda fascia. Quindi ero dubbioso se lasciare il posto in Italia per andare a stare a Santa Barbara in California. Me lo offrirono, sempre per intercessione di Cocconi. Disse: "Giorgio, vuoi andare in America alla fine del periodo al CERN?". Poi mi offrirono anche un posto al CERN; però, anche lì, accettando il posto al CERN avrei dovuto dimettermi, perché, fino a che sei "fellow", vai in aspettativa; se si prende un posto di "staff", uno si deve dimettere dal posto in Italia.

Quindi c'era una decisione da prendere...

Insomma: io non me la sentii né di restare al CERN e nemmeno di andare in America; quindi, dopo tre anni, rientrai. A quel punto, però, avevo conosciuto il CERN.

Dopo il CERN potei collaborare con un gruppo di amici in cui c'erano alcuni del tempo di Frascati. Carlo Bemporad forse se ne era andato in altra direzione. C'era

Pierluigi Braccini, c'era Lorenzo Foà e diversi ragazzi che erano venuti su nel frattempo. Abbiamo sempre avuto molti laureandi e ci mettemmo a fare, da visitatori, esperimenti di scattering, con polarizzazione questa volta. Si trattava sempre di partire con fasci di adroni, soprattutto π e K ; il bersaglio era costituito dai protoni polarizzati. Quindi si studiava l'effetto di mettere uno spin su o giù per vedere se cambiava qualcosa nella distribuzione angolare. Noti bene: quello che si faceva era sempre una misura della sezione d'urto di scattering. A quei tempi si faceva tantissimo con lo scattering, con o senza polarizzazione. Perché? Perché c'erano delle teorie, sempre poco più che fenomenologiche, dette dei "poli di Regge", secondo le quali si poteva ipotizzare lo scambio di certe particelle o di certi fattori di scambio, il cui momento angolare dipendeva un pochino dall'energia. In questo modo si riusciva a collegare tra di loro fenomeni a varie energie e indotti da vari proiettili. Se uno aveva misurato lo scattering di π^+ , poteva, tenendo conto che nel caso dello scattering di K^+ o di π^- c'erano poli di Regge un po' diversi, cercare di stabilire delle correlazioni. Era un tentativo di andare verso una teoria, partendo da un insieme di sezioni d'urto inspiegate. Questi poli di Regge erano, in particolare, utili per interpretare i fenomeni legati alla polarizzazione.

Ma a livello dei modelli, quali erano i vostri teorici di riferimento?

A quel tempo io cominciai a avere qualche rapporto con i teorici. Una persona che la sapeva lunga, a parte Tullio Regge, il padre di questa teoria, che però io conobbi solo più tardi, era Marco Toller, un fisico cresciuto a Roma, di un anno più giovane di me. Ma sa, erano cose che si studiavano ormai su dispense. Non era mica una teoria così difficile... Insomma: uno se la studiava e poi i teorici interpretavano un po' meglio i tuoi dati, ma tu già presentavi una sezione d'urto analizzata in termini di poli di Regge.

E ADONE, veniva da voi considerato? ADONE era diventato operativo proprio negli anni '70.

ADONE? No, aspetti. Dopo questo periodo di scattering elastico come dipendente del CERN, poi, dopo qualche anno ancora di scattering elastico con polarizzazione, dall'esterno, come fisico di Pisa e giovane professore di seconda fascia, mi successe di dover assumere un certo numero d'incarichi. Mi sono occupato della *Commissione Scientifica Nazionale 1* dell'INFN. Sono stato, per molti anni, Presidente di questo organismo. Era anche nata una nuova macchina a protoni: l'Intersecting Storage Ring — ISR — del CERN. Io ci tenevo un sacco a lasciare ormai lo scattering elastico e andare ad esaminare questo gigantesco salto di energia. Come Presidente della Commissione Scientifica, fu mio compito, a quel tempo, l'organizzare la discussione sulla nuova macchina e configurare un programma di ricerca sperimentale dei fisici dell'INFN.

Fino all'ultimo momento tutti si aspettavano che avrei voluto fare qualcosa anche io. Certamente! Avevo in mente effettivamente un esperimento possibile ed era una misura diretta della sezione d'urto totale. Una cosa un po' speciale, che non so se le possa interessare più che tanto... I due fasci di protoni stanno chiusi in un tubo vuoto e urtano l'uno contro l'altro, in condizioni misteriose. Quanti urti avvengono? Quanti protoni ci sono nei fasci? I fasci si sovrappongono bene? Si prendono? Si mancano? La

sezione d'urto è empiricamente una cosa ben difficile da misurare. Si può capire, perchè, normalmente, in una misura di sezione d'urto totale, si usa uno strato di materiale di spessore noto, si sa quanti protoni ci sono per un certo attraversamento del bersaglio, si contano quante particelle proiettile si mandano contro il bersaglio ed infine si contano quante ne passano. Quelle che non passano hanno interagito. Questa è la sezione d'urto totale concettualmente. Si provi ad applicare ciò a due fasci che stanno chiusi in un tubo vuoto; allora sorgono i dubbi: "Ma? E qual è il bersaglio? Quanto è spesso? Quanti sono i protoni?". Per misurare il tutto si deve vedere quanti protoni ci siano nei due fasci, quanto bene si sovrappongano, quanto siano stretti, quanto siano ben centrati uno sull'altro. E questo come si fa a saperlo? Noi, a quel tempo, dopo un po' ci rendemmo conto che si poteva "fotografare", dall'esterno, la zona calda di sovrapposizione. Si poteva conoscere la distribuzione geometrica della zona calda e poi conoscere le correnti dei fasci. Gli ingegneri fornivano la misura delle correnti perché era ottenuta mediante degli elettrodi ad induzione montati lungo la macchina. La zona calda poteva essere "fotografata" di traverso e si poteva determinare quanto fosse spessa. Tutte queste informazioni permettevano la misura della "luminosità" della macchina. Non ricordo più quando tirammo fuori tutto ciò, ma, insomma, dalle discussioni in Commissione 1, si capiva che la luminosità poteva essere misurata.

L'altra cosa importante da misurare, nelle condizioni sperimentali già descritte, è quanti protoni interagiscano, qualsiasi sia lo stato finale che producono. Il sistema uscente può corrispondere a due soli corpi emessi in avanti; oppure può essere emesso uno stato con molte particelle neutre; un casino! Uno deve essere sicuro di prendere tutti i possibili casi. In passato avevo discusso con Cocconi relativamente alla sua distribuzione per l'impulso trasverso dei secondari dei raggi cosmici. Questa è limitata, con un 0.5 GeV/c di pendenza trasversa tipica; ciò corrisponde a dei "sigari" nello spazio delle fasi; si allungano molto, se cresce l'energia, ma lo spazio delle fasi non va di traverso più che tanto. In conclusione, se uno non vuole misurare i singoli eventi, ma sapere solo quanti siano, può contare sul fatto che la distribuzione di flusso secondario ha una pendenza, in impulso trasverso, che si conosce dai raggi cosmici. Ciò che è stato trovato nei raggi cosmici, ci si aspetta che si ripeta agli ISR. Se ci si basa su questo, si può facilmente studiare il flusso con contatori che abbracciano vari angoli, a partire dall'avanti, fino a grandi angoli. Uno non sa quali eventi perda, ma se uno raccoglie il 99% del flusso, in qualche modo, raccoglie il 99% degli eventi. Questo fu il ragionamento su cui si basò il progetto. Alla fine l'idea risultò buona. Fu il primo esperimento che facemmo, fu anche il primo approvato agli ISR. Si chiamava R801 — area 8, numero 1. Ci costò molte sofferenze perchè, anche lì, eravamo poverissimi e l'esperimento aveva una caratteristica terribile: corrispondeva ad una copertura di 4π nell'angolo solido. Questo, per essere sicuri che non scappasse niente; l'esperimento era progettato per vedere l'andamento del flusso in funzione dell'angolo, ma comunque, copriva tutto l'angolo solido.

Questa era veramente una novità!

Certo che sì! Il primo esperimento a 4π ad un collider; simmetrico avanti-indietro e a struttura cilindrica. Tra l'altro non mi ricordo più se questa fu una mia mania o se,

di nuovo, venisse da discussioni con Giuseppe Cocconi. Insomma: una delle cose sulle quali io ho sempre molto insistito e si trova in tutti gli esperimenti che ho fatto fino a adesso, è che, per una misura, conviene preservare nel rivelatore la simmetria propria della fisica dell'esperimento. Se lei vedesse come era fatto l'esperimento per la misura dell'effetto Primakoff, lei vedrebbe che c'erano tanti contatori, tutti a stella attorno al fascio, corrispondendo ciò ad una simmetria azimutale.

L'esperimento di sezione d'urto all'ISR ha due parti simmetriche, avanti e indietro, con una struttura azimutale simmetrica per i flussi. L'esperimento che facciamo adesso in America, da capo, ha contatori divisi in fette, tutti simmetrici avanti e indietro e tutti che puntano alla sorgente. Se uno guarda l'esperimento, questo riproduce, senza distorsioni a priori, la struttura dell'evento che si vuole misurare. Quindi quell'impostazione fu accettata. Dopo iniziarono i problemi perché eravamo molto poveri e sembrava impossibile pretendere di fare quell'esperimento, con tutti quei contatori e con circa 900, 1000 fototubi. Noi ne avevamo solo delle decine e l'INFN, a quei tempi, non è che fosse ricco; venivamo da una piccola università, l'esperimento era tutto di Pisa.

Ecco! Io dovetti cercare sostegno da tutte le parti. Feci una telefonata al mio vecchio amico Guido Finocchiaro — le ho già detto di come Lucio Mezzetti avesse pescato questo ragazzino. Finocchiaro: educatissimo; parla sempre a voce bassissima; proveniente da una famiglia nobile siciliana; adorabile; sempre molto preciso, con delle dita lunghe e sottili, con cui mette a posto l'elettronica. Guido è diventato professore ordinario a Stonybrook in America. Gli telefonai e gli dissi: "Guido, io vorrei fare da Pisa questo esperimento. Si fa così e così. Insomma cosa possiamo fare? Noi pisani da soli e uno strumento gigantesco da costruire ad una macchina nuova... Ma perché non collabori con noi?". Oh! Non mi disse di sì...? Noi non avevamo mai lavorato insieme; avevamo però condiviso la stessa casa a Roma per tre anni, fino a che io non me ne andai; avevamo un appartamento in Via Pavia ove si mangiava insieme. Finocchiaro, tra l'altro, è ora qui e lei potrebbe cercare di parlargli, perché vedrebbe che straordinaria personalità abbia! Totalmente diverso da me, però adorabile, stimatissimo. Insomma: mi disse di sì e l'esperimento divenne l'esperimento di Pisa e Stonybrook. Finocchiaro si portò dietro, oltre al suo, un "pool" di cervelli che faceva impressione: Paul Grannis, anche lui professore in America ed ora uno dei dirigenti del Dipartimento dell'Energia, Robert Kephart, Hans Jostlein, ora a Fermilab. A Fermilab ho anche ritrovato Lina Barbaro Gualtieri, la mia coetanea nel gruppo di Roma, venuta poi via ed ora a Berkeley. È ancora attivissima e lavoriamo insieme nello stesso esperimento a Fermilab, io da Pisa e lei da Berkeley.

Dunque, questa connessione con Guido Finocchiaro?

Come risulterà chiaro, fu la nostra fortuna. Noi eravamo un manipolo di scalmanati e, certamente, senza la nostra rapacità, senza la nostra aggressività, senza il fatto che volevamo fare l'esperimento a tutti i costi, l'iniziativa non sarebbe andata avanti. Eravamo pericolosissimi; prendevamo in prestito tutto quello di cui avevamo bisogno. Se non ce lo davano, lo portavamo via di nascosto. Guardi, quello che è successo al CERN, per poter costruire il nostro esperimento, è indicibile!

E questo non è certamente lo stile di Guido Finocchiaro! Guido era di una professionalità e di un rigore terrificanti. Per esempio: c'era il problema di mettere in tempo tutti questi contatori, tutti in posizione diversa, che devono vedere lo stesso evento, con un tempo che deve quindi risultare lo stesso. I contatori sono di forma diversa ed a varie distanze dalla regione di incrocio dei fasci; i segnali quindi arrivano a tempi diversi; se non sono “messi in tempo” non si capisce nulla dell'evento. I segnali poi devono essere ben formati perché, se non sono abbastanza rapidi e ben formati, l'elettronica non funziona. Insomma: Guido diede un contributo gigantesco.

Le misure che eseguiamo portarono a molte pubblicazioni, tuttavia molte di meno di quelle che avremmo potuto fare. Arrivò anche un grande successo: l'esperimento, che misurava la sezione d'urto totale, scoprì che questa cresceva con l'energia della macchina e ciò non era stato previsto. C'erano solo alcuni indizi provenienti dagli esperimenti di raggi cosmici, molto indiretti insomma. Fu un'importante scoperta; forse la più grossa avvenuta agli ISR. Il suo significato fondamentale è però ancora da capire. Misurammo la sezione d'urto alle varie energie della macchina; fino alle energie raggiungibili prima della costruzione degli ISR, la sezione d'urto calava; si pensava che sarebbe divenuta costante. Agli ISR cresceva invece con l'energia.

Ma, oltre a ciò, avendo questa gigantesca struttura ed un migliaio di contatori, noi misurammo anche la topologia degli eventi a molti corpi. Questi possono essere divisi in eventi con pochi secondari o con molti secondari. Gli eventi con pochi secondari sono quasi tutti fatti da fiotti di particelle di qua e di là della linea dei fasci e sono di natura diffrattiva; tutta una fenomenologia che, a quei tempi, non si conosceva ancora. Ad un certo punto emerse una cosa stranissima. Supponga di avere un evento a molti corpi; se uno ha un contatore scattato in una certa posizione, è più frequente la probabilità di averne altri in prossimità, piuttosto che da un'altra parte. Questo è del tutto contrario all'intuizione e contro la specifica conservazione dell'impulso trasverso. Insomma, queste correlazioni — cioè: se uno ha una frazione delle particelle emesse in una certa direzione, le altre dello stesso evento tendono a essergli intorno — fu un grosso problema a quel tempo. Si cercò di spiegarlo con il fatto che, in realtà, molte volte non si produce un π , ma si produce un ρ che decade in due π . Oppure si produce un'altra particella che decade in tre corpi e quelli si raggruppano in un fiotto. Quindi, la produzione di adroni instabili che decadono in più corpi e che hanno un “boost di Lorentz”, spiega perché, se uno identifica una singola traccia, ne trova altre vicine. Si fecero però tutti i conti e risultò che le correlazioni erano di gran lunga di più di quanto ci si potesse aspettare. Oggi io credo di poter dire che quello che vedevamo allora era già una manifestazione del fatto che, a queste macchine, gli eventi di scattering di due partoni tendano a produrre dei getti adronici; questi poi si frammentano in mille modi; uno ha due, tre, quattro, cinque corpi, ma, alla fine, si produce una nuvoletta, soprattutto in una certa direzione.

In che anni sono state fatte le cose che ha appena descritto?

Stiamo parlando dei primi anni '70. Queste cose furono ulteriormente studiate all'ISR; successivamente anche al “SPS collider”. Nuovi esperimenti fecero uso di campi magnetici; nel '70 si trattava ancora di una fase esplorativa; si cercava di capire cosa

mai stessimo vedendo. I getti, in realtà, sono veramente emersi in maniera chiara, negli esperimenti all'SPS.

Di che cosa si è occupato negli anni successivi?

Abbiamo provveduto a pubblicare molti articoli. Alcuni non riuscivamo mai a finirli. Ci sono degli articoli rimasti a metà. C'era veramente troppa roba da digerire!

Ad un certo punto, in quello stesso periodo e in mezzo a tanta confusione, ricevetti una telefonata da Ugo Amaldi — avevo allora 39 anni. Mi telefonò da Roma dicendo: “Giorgio senti, qui ti si vuole nominare direttore di Frascati”. Io: “Sono sbalordito! Sono qui a lavorare; sono qui pieno di carte!”. Ugo Amaldi era, fra l'altro, mio collega al CERN. Aveva anche fatto una misura di sezione d'urto totale con un altro metodo; pubblicammo addirittura alcune cose insieme. Ugo era membro del Consiglio Direttivo dell'INFN, come rappresentante dell'Istituto Superiore di Sanità. Era un mio grande difensore, per quanto fossi considerato, credo, con grande preoccupazione dell'INFN, come persona un pochino indipendente. Fatto sta che nel Consiglio ci furono furibonde discussioni. Era un periodo di grande turbolenza sociale. Scioperi, occupazioni, litigi, critiche, tentativi di affossare il laboratorio; allora qualcuno pensò che io potessi essere utile a migliorare la situazione. Alla fine mi nominarono, dopo non piccole discussioni — se vuole saperne di più, deve chiedere a Ugo Amaldi.

Frascati, e^+ , e^- ... In passato avevo fatto scattering di fotoni, capisce? ADONE era un'altra cosa. D'accordo: un collider sapevo cosa fosse, ma il tipo di fisica era completamente diverso ad ADONE. Se si studia la fotoproduzione di π^0 , si fa fisica delle interazioni forti. e^+e^- sono dell'elettrodinamica purissima. Lei citava giustamente Touschek, che conobbi molto bene. I fisici intorno ad ADONE avevano interessi culturali diversi dai miei; più che esplorare, volevano prevedere esattamente e poi misurare un parametro fondamentale delle leggi della natura. Io ero ben lontano da ciò. Però ero stato a Frascati, mi conoscevano bene, almeno come utilizzatore del sincrotrone. Insomma: alla fine accettai e fu una cosa di cui, devo dire, sono molto felice. A quel tempo produsse un grande sconvolgimento nella mia vita.

Che anno era?

Il '73 o il '74. Veramente un periodo di grande confusione... Volevano dividere il laboratorio. Tutti ce l'avevano con l'INFN che faceva una fisica “aristocratica”. Io ero un noto comunista, che, per quanto non fosse attivo, aveva sempre fiancheggiato e proclamato idee di sinistra. I sindacati accusavano i ricercatori — di cui io ero una specie di archetipo — di essere degli antipartito, dei mangiatori di soldi a tradimento, affamatori del popolo lavoratore e chi più ne ha più ne metta! Volevano ricercatori che dirigessero le loro forze intellettuali a fare qualcosa di più utile per la Nazione, invece che perseguire i loro esclusivi interessi scientifici! Non ricercatori che passassero il tempo a studiare le loro stupidaggini, invece di occuparsi di fisica applicata. Sa, la fisica applicata a quei tempi era il tema del giorno. Io invece non credevo a questo. Pensavo che ci fosse una certa unità della cultura; bisognava assolutamente capire bene come funzionassero le nostre cose.

Dovetti essere interrogato presso il CNEN, perché l'INFN designava il Direttore, ma era il CNEN a nominarlo. A quel tempo Frascati era dentro il CNEN; era tradizione che l'INFN designasse, ma Ezio Clementel — il Presidente del CNEN — faceva le nomine. Mi convocarono un giorno all'ultimo piano del grattacielo del CNEN, in viale Regina Margherita. Entrai, c'era una grossa sala, con dentro tanti colleghi anziani: Giorgio Salvini, che mi ricordo bene, Clementel che presiedeva, e tanti altri. Dissero: “Ma tu cosa faresti a Frascati?”. Ed io dissi quello che intendevo fare e dissi che io potevo andare a Frascati con l'unica ambizione di farlo diventare un centro culturale di primissimo livello mondiale. Avrei potuto creare problemi... Ci pensassero, ma se mi volevano nominare, lo facessero. Nemmeno loro volevano accettare questa diaspora, questi litigi, questa perdita di efficienza, questo discredito — perchè, a quei tempi, si parlava male di Frascati. No, no, questo non andava bene; qui doveva formarsi un “pool” di cervelli animato da piani ambiziosi! Dicono: “Ah! Bravo, bravo, ti aiuteremo”.

La prima cosa che io feci — ero stato in molti laboratori e, con l'ISR, avevo avuto molto successo — fu di scrivere a tutti i colleghi italiani che avevo conosciuto e che erano in giro per il mondo; scrissi a tutti. Mi ricordo che misi insieme un elenco di 23 nomi di persone di primissima qualità. C'era sicuramente Lina Barbaro Gualtieri, ma c'era anche Claudio Pellegrini — adesso uno dei capi dell'Università della California UCLA —, e c'era, credo, Roberto Peccei; insomma: tutti gli italiani più importanti. Tutte le risposte dicevano: “Accettiamo, se ci sarà davvero un rilancio”. Io presentai questa richiesta al povero CNEN, che era in crisi tremenda, che cercava, con difficoltà, di sbarcare il lunario. Delle persone della lista non se ne vide nemmeno una!

Sono rimasto a Frascati tre anni. Dopo il primo anno e mezzo ci fu la decisione di dividere i laboratori e di destinare la parte che faceva fisica delle particelle all'INFN. La divisione fu fatta con questo “intelligente criterio”: si chiedeva a ciascuno dei dipendenti del CNEN se voleva restare al CNEN o voleva passare all'INFN. Ognuno era libero di scegliere. Io mi opposi ferocemente. A tal punto che scrissi un articolo, pubblicato in prima pagina sul Corriere della Sera — sospetto, per intercessione di Edoardo Amaldi; in esso dicevo: “Perdiana! Ma come si fa!”. Esiste un'officina con certa strumentazione; al suo interno c'è una logica, un rapporto di competenze per farla funzionare. Non si può chiedere a chiunque se resta o va. Se un'officina passa, passa l'officina e tutto il suo staff. E così dicasi del laboratorio di criogenia; e, per l'elettronica, non si può dire che va via il progettista e resta il saldatore. Non divideteli! Un uomo non si divide con una gamba di qua e una gamba di là”. Clementel mi telefonò inviperito: “Non permetterti! Questi non sono fatti tuoi!”. Replicai: “Ma scusa, sono il direttore del laboratorio, penso che questo modo di dividerlo non assicuri la produttività dell'una e dell'altra parte”. Tuttavia questo è quello che fu fatto.

Dopo due anni, il laboratorio che avevo avuto in mano — un laboratorio del CNEN con 820 dipendenti — divenne un laboratorio dell'INFN con soli 92 dipendenti; di cui una quarantina erano fisici teorici, un certo numero di personaggi, intelligenti, per carità, ma dimmi tu! E così fu: l'intelligente, tecnicamente orribile, politicamente dettata, divisione dei laboratori.

Dopo di che, io che avevo chiesto di far diventare il laboratorio un centro di prestigio mondiale... Ti saluto! Con sole 92 persone! Allora chiesi uno sproposito di nuovi posti di lavoro; ne chiesi non so quante centinaia. Me ne dettero 50 o 60 nell'arco di un anno. Poi iniziarono i concorsi. Svolgere dei concorsi in quel clima era ben difficile. Ognuno cercava di mettere dentro le persone che fossero, come posso dire?, legate all'ambiente. Io volevo i migliori! Ma nessuno poteva essere sicuro che fossero davvero scelti i migliori. Devo dire che la qualità della gente che si presentava era tutta discreta, però il clima non era tale che si potesse fare un esercizio tecnico, scientifico, e basta. Non era possibile! Morale: "Quando termino il mio mandato", io dissi, "non posso restare a fare questo mestiere più di tanto; non sono adatto. Però, se volete, posso restare a finire questa mandata di concorsi, perchè: sono uno esterno, non sono legato all'ambiente e non sono soggetto ad un certo tipo di comprensibilissime pressioni".

Io mi ero quindi messo a fare tutti i concorsi. Avevamo decine di concorsi, da quello per l'autista a quello per le segretarie. Mi ero messo in tutte le commissioni, tutte! Ricordo che feci l'esame di guida al mio autista; era una persona deliziosa che poi mi restò molto caro. Era originariamente un guidatore di camion, di grossi camion con cui aveva fatto il giro dell'Europa. Poi ebbe un incidente ad un braccio; guidava con più difficoltà, ma era un eccellente autista, per carità, molto curato, molto attento. Gli feci vedere come guidavo io e lui mi fece vedere come guidava lui. Vidi subito che era una persona adatta, ma era terrorizzato perchè, secondo lui, non era raccomandato dalle persone giuste. Gli dissi: "Guarda che sei bravo, sei l'ideale per un laboratorio come il nostro: una persona capace, con esperienza, adulta ormai". Infine vinse! Mi sono trovato a selezionare il personale cercando di mantenere un criterio di scelta da "laboratorio scientifico" ed avere solo quello come riferimento. Morale: il Consiglio Direttivo decise che non fosse il caso che io rimanessi; decisero di nominare un altro direttore. Per cui io me ne andai con i concorsi svolti a metà. Il laboratorio poi crebbe molto lentamente nel tempo. Devo dire, con il senno di poi, che quelle decine di anni sono state necessarie; il laboratorio è ora molto sano.

Quello era un periodo molto difficile.

Aspetti, ne feci un'altra grossa! All'epoca in cui dicevo: "Resterei a completare i concorsi, perché sono una persona difficilmente ricattabile od influenzabile...", io ero un ricercatore al massimo livello dell'INFN. Tutti si aspettavano che chiedessi di essere rimandato a Pisa. Eh, no, eh! Restai lì per altri due o tre anni. Proponemmo una nuova iniziativa strumentale di grande rilievo per il laboratorio. Era un esperimento per una macchina ad alta luminosità — ALA — che chiamammo "Magnetic Detector for ALA" — MDA. Un esperimento magnetico per studiare la zona di energia intorno ai 2.2 GeV; qualcosa, quindi, del tutto simile al futuro DAΦNE, anche se la motivazione culturale era allora più debole.

Non conoscevo affatto questa iniziativa.

Furono gli anni in cui questa grossa macchina fu progettata dal gruppo Macchine di Frascati. Il gruppo comprendeva il sottoscritto, Enzo Iarocci — il mio secondo —,

Paolo Giromini e Paolo Laurelli,— che diventò anche lui, più tardi, direttore di Frascati — un grossissimo gruppo. Misi insieme tutte le forze. Poche storie! Noi volevamo una macchina, noi volevamo fare un esperimento a Frascati. Tenemmo duro per due anni. Ricevammo l’approvazione, però, ogni anno, veniva rimandato il finanziamento: “Quest’anno non ci sono ancora i soldi. . . , ma te lo faremo fare! Un anno, due anni. . . . Quando arrivammo poi al ’79, avevo già visto il bilancio di previsione per l’anno successivo, era settembre, ottobre, non mi ricordo più. Andai a Fermilab, ad una conferenza internazionale, con questa situazione, io e Paolo Giromini. Sapevamo che, anche per quell’anno lì, per l’anno ’80, non sarebbe giunto il finanziamento per far partire questa nuova macchina e con essa il nuovo esperimento. A Fermilab ci avvicinarono in parecchi, in particolare, io fui molto corteggiato da alcuni teorici e da altre persone del laboratorio: “Guarda che adesso faremo un collider più energetico di quello di Rubbia, vedrai! Vieni, vieni, vieni!”.

A 46 anni andare in America? Ho rifiutato di andarci a 30 anni. Ci vado a 46 anni a fare ricerca, dopo esser stato direttore di laboratorio? Non è poi così banale ricominciare da capo; è vero che era fisica adronica, in cui avevo molta esperienza, però mi ero occupato di fisica $e^+ e^-$ per gli ultimi 5 o 6 anni. Comunque, sull’aereo del ritorno, Paolo Giromini mi disse: “Ma che stiamo a fare a Frascati? Ci continuano a prendere in giro. Non ce li daranno mai questi soldi! Torniamo in Italia e gli diciamo che cancelliamo l’esperimento e chiediamo invece dei fondi per andare in America”. Una situazione davvero difficile, ti assicuro! Perché, fra l’altro, un po’ di soldi erano già stati distribuiti.

Il gruppo era formato da molte persone?

Il gruppo “MDA” era molto grosso. Ti ho citato Iarocci e tutti i suoi. Però quando io e Paolo Giromini — noi eravamo decisivi, io ero il capogruppo, lui era il secondo — dicemmo: “Noi si lascia” è chiaro che collassava l’iniziativa. Ma non era affatto chiaro che l’intero gruppo si dirigesse verso l’America. Era tutto un altro discorso!

Perché il grosso delle persone era di Frascati.

Sì, sì, erano di Pisa e di Frascati. Ci fu un grande scompiglio; mi accusarono di andare a sprecare il mio tempo perché gli americani avevano perso la partita con il CERN ed erano in ritardo di anni. C’era del vero, perché Carlo Rubbia e Peter McIntyre avevano proposto di convertire la macchina americana in collider per cercare i bosoni intermedi W e Z , ma in America avevano respinto la proposta per ragioni tecniche. Erano convinti che il vuoto non fosse sufficiente, che la macchina non fosse sicura. Carlo poi venne in Europa; Van der Meer trovò questo sistema “ganzissimo” per raggiungere, in linea di principio, una luminosità sufficiente a produrre queste nuove particelle anche a 600 GeV. Morale: lei conosce bene il successo raggiunto dal collider del CERN.

Però all’epoca — siamo negli anni ’70 — questo non appariva ancora evidente.

Le grandi scoperte di Rubbia *et al.* mi pare che fossero del 1983. Aspetti, aspetti. . . Io mi ricordo che la discussione intorno al mio progetto ci fu prima, ma era già evidente che la macchina del CERN funzionava benissimo. Siamo arrivati agli anni ’80. Era il

settembre del '79 quando tornammo indietro e decidemmo di far saltare tutto il progetto MDA. Una delle obiezioni che mi fece la Commissione Nazionale 1 era che andavamo a lavorare su una macchina che era già stata bocciata. Ma non era proprio così, perché gli americani avevano ora una idea diversa: fare una macchina superconduttrice, un anello progettato apposta per mantenere i fasci lì per decine di ore. Il vecchio "main ring" sarebbe stato soltanto un iniettore. Comunque sia, alla fine, il mio progetto fu approvato giusto perché ero molto conosciuto a quel tempo; avevo fatto un sacco di cose, avevo lavorato moltissimo e mi ero dato da fare in mille modi. Però il finanziamento doveva essere di 1500 milioni di lire al massimo; fu anche distribuito lungo un periodo di quattro anni. Cosa che poi fu completamente dimenticata! Dopo l'approvazione, potemmo cominciare a lavorare.

A quel punto tornai a Pisa. Avevo perso tutto; tra l'altro avevo perso anche una cattedra. Infatti, durante il periodo di Frascati, avevo vinto una cattedra e mi volevano chiamare a Pisa. All'ultimo momento, quando la Facoltà stava per riunirsi, telefonai a Pisa e dissi: "Ragazzi, non posso venire, non mi chiamate, non riesco a fare due lavori; Frascati richiede molto impegno, non ce la faccio". Allora: grande scompiglio e non mi chiamarono. Dopo ciò, lasciai passare il tempo; non volevo andare in nessun altro posto, visto che avevo rifiutato Pisa. Come sede possibile restò soltanto Cosenza. Io continuai a perdere tempo e ad un certo punto mi dissero: "Se non prendi servizio, il Ministro ti radia. Prendi quindi servizio, perché, se tu prendi la cattedra, anche per un giorno, e poi ti dimetti, non prendi quattrini, però acquisti il diritto di essere chiamato in futuro. Ma per prendere servizio dovevo prima dimettermi dall'INFN ed io questo non lo volevo fare; non potevo quindi dichiarare al ministero che non dipendevo da altri enti. Per farla breve: dopo un'altro po' mi arrivò la lettera del ministero: fui radiato!

Quando tornai a Pisa a 46 anni, avevo perso la cattedra, avevo perso il gruppo del CERN — il grosso gruppo Pisa-Stonybrook —, avevo perso la direzione dei Laboratori di Frascati — ma metti pure che quello non è ricerca, è servizio — ma come gruppo di ricerca avevo perso l'intero gruppo MDA. Tornavo solo a Pisa, mentre Paolo Giromini restava a Frascati. Io e lui avevamo la pretesa di andare a fare il grande esperimento in America, ah, ah, ah! Da ridere! Le assicuro che l'inizio dell'80 fu veramente triste, perché, per alcuni mesi, andai in America da solo. A Fermilab avevano messo a nostra disposizione il quindicesimo piano — l'ultimo del grattacielo — dove adesso c'è il museo dei vecchi rivelatori e dei pezzi dei vecchi acceleratori, un museo molto elegante. A quel tempo era tutto per noi, con degli studi a vetri sia a destra che a sinistra; in mezzo, tanti tavoli da disegno bianchi. Ed io andavo là a progettare con gli americani.

Io mi fermerei un po' alle soglie di questa esperienza americana. Ha parlato moltissimo; si è speso veramente molto e, se lei è d'accordo, continuerai domani mattina.

Perfetto! A domani!

Riprendiamo. Approfitterei dell'interruzione per discutere un po' sullo spirito e lo scopo di queste interviste. Come le vede lei?

Sono convinto che queste testimonianze possano essere interessanti, dal giusto punto di vista, anche per gli storici; un giorno si prenderanno la briga di esaminare il senso, le connessioni, il quadro globale che ha definito lo sviluppo di una linea culturale. Le testimonianze contengono dei dettagli che vanno a volte eliminati, ma che danno informazioni in più alla storia.

Mi spiace dire che, per l'INFN, sembra rivestire scarsa importanza che di queste cose si occupino gli storici.

Io vivo in America da tanto tempo e le assicuro che c'è una differenza notevolissima; non solo i grandi laboratori, ma tutte le università di minime dimensioni, hanno un gruppo di storici; stanno attentissimi. Io mi ritrovo a telefonare a Roma a dire: "Ma venite a vedere, sono 30 anni che stiamo facendo questo esperimento; siamo oltre 50 fisici dell'INFN, siamo stimatissimi. Se venite qui troverete che il gruppo è quasi tutto di italiani; gli italiani sono nei corridoi come dei conigli. Venite a vedere ed a raccontare!". Ti saluto, ti saluto...

Io lo dico da sempre: non c'è una adeguata sensibilità! Dico la verità: ho fatto questo lavoro di ricerca su Bruno Rossi; sono andata all'MIT, dove mi hanno messo a disposizione tutte le carte, 37 scatole grandi così. Ho trovato un mondo completamente diverso e molta attenzione per questo tipo di lavoro.

Mi fa piacere che ci sia qualcuno come lei che se ne occupi!

Io vivo tutto ciò sulla mia pelle e sono anche partita da una mia esperienza particolare: tardi ho scelto di studiare fisica, tardi mi sono laureata; ho deciso poi di dedicarmi alla storia della fisica. Mi è mancata la ricerca e quindi le testimonianze per me sono importanti: mi danno il senso di qualcosa che non ho fatto; per me sono fondamentali; lo dicevo a Carlo Bemporad: per me questa serie di incontri è molto interessante.

Lei ascolta tutti questi racconti e farà lei stessa una sintesi storica di quello che è successo.

Mi aggiornino continuamente e ciò influisce sulla mia ricerca. È chiaro che mi occupo spesso di storia più antica, ma l'aver ben presente quello che accade oggi in campo scientifico mi fornisce una chiave diversa per interpretare il passato. La cosa può funzionare anche all'inverso, per chi faccia ricerca attiva: da un punto di vista culturale, il riconsiderare la storia, non come qualcosa di passato e morto, ma come qualcosa di vivo e stimolante.

Almeno per quanto riguarda me, soltanto in età avanzata e poi gradualmente, sono riuscito a capire come sono connesso con le radici storiche del mio mestiere. Ma è verissimo; ripenso adesso a certe cose che mi disse Edoardo Amaldi. Condivido quanto ha detto, ma ci si mette un po' a maturare; è vero: siamo straordinariamente creature del nostro passato; è verissimo! E capiamo meglio quello che facciamo se riusciamo, in

qualche modo, a collegarci al passato.

Sarebbe importante riuscire a sensibilizzare maggiormente la nostra comunità sugli aspetti storici

Le ripeto: io ho chiamato più volte Roma pregando l'INFN di rivolgere una maggiore attenzione alle nostre attività. Noi facciamo delle scoperte di maggiore e minore rilievo; ogni tanto sono di rilievo sufficiente per ritenere che debbano essere pubblicizzate; il laboratorio le segue, sa che arrivano, prepara un comunicato stampa. E noi cerchiamo Roma: "Scusate... via! Facciamo anche noi copia di questo comunicato stampa; il gruppo è in gran parte italiano". So già che, se dovessimo scoprire il *bosone di Higgs* in America, dovrò scrivere io il comunicato stampa per l'INFN, che così viene a saperlo... Ah sì! Mannaggia! Va bene, ascolti: lei raccoglie i resoconti verbali delle singole esperienze vissute; io le do la mia. Non rappresento la storia del secolo, rappresento me stesso. Le racconto delle cose, tra l'altro dimenticandone alcune, tra l'altro, non raccontando nel giusto ordine di importanza e con la giusta enfasi; è una testimonianza personale. Ok?

Dunque, dove eravamo arrivati?

Eravamo arrivati al salto verso gli Stati Uniti. Però, prima di ripassare a questo, c'era una cosa su cui un po' riflettevo e sulla quale volevo fare una domanda. In tutta questa vostra attività, nella quale vi siete formati come gruppo, come capacità d'interagire e di inserirvi nella comunità scientifica internazionale, mi chiedevo: come mai non eravate interessati ad ADONE, una macchina italiana?

Quando ADONE nacque, noi avevamo già cominciato a lavorare al CERN. Tuttavia una nuova macchina italiana era importante anche per noi, inoltre avevamo già lavorato al sincrotrone; si immagini quindi! Ci fu però un gran "pigia pigia" per fare quei quattro esperimenti, con Salvini che sgomitava, Zichichi che reclamava i suoi spazi! Conversi che voleva il suo gruppo; da non credere! Avremmo dovuto andare in un gruppo dei grandi. Lì non c'è stato alcun gruppo creato dal basso; noi eravamo un gruppo di ragazzotti che voleva fare il proprio esperimento. Non sembrava proprio il posto adatto!

E devo dirle che c'è anche una parte molto significativa che avevo dimenticato di raccontare. Io restai a Frascati come ricercatore, anche dopo la fine del mio directorato e ho già citato la nostra nuova proposta ALA/MDA. Prima di ciò, durante il mio directorato, avevamo proposto un esperimento per PETRA, una macchina tedesca di maggiore energia di quella di ADONE. L'INFN era disposto a finanziare una parte consistente dei costi di uno dei rivelatori di PETRA e ci furono due proposte, una di Giorgio Salvini — carissimo amico, sia ben chiaro — ed una, spinta da me, che proponeva per PETRA un rivelatore, di dimensioni maggiori, ma concettualmente simile all'MDA proposto in seguito per ALA; il rivelatore per PETRA era evidentemente più grosso e con campi magnetici più intensi; il solito disegno a 4π e con le simmetrie simili a quelle dell'evento.

C'erano così due iniziative e l'INFN faceva pressione sugli italiani perché diventassero una sola proposta. Noi volevamo fare il nostro esperimento, ma l'INFN decise, in Consiglio Direttivo, che avrebbe finanziato il gruppo di Salvini. Da DESY — e questa è una primizia — insistettero perché io non ritirassi la mia proposta; dicevano: "Non ti

preoccupare! Va avanti, non rinunciare...”. Che fare? Perché i tedeschi, sono sicuro... Sicuro? Non lo so! Ero convinto che volessero approvare l’esperimento dei giovani, in ogni caso.

C’era il rischio di una crisi nazionale! Poi Giorgio è un carissimo amico. Era piuttosto la struttura mentale che, al solito, dominava nella zona di Roma: c’era una gerarchia e sono i capi che fanno gli esperimenti. Da noi pisani, diciamo: “con le scarpe rotte”, i giovani più “cattivi” si lasciano passare. Incidentalmente: questo fu uno stile impostato molto da Carlo Franzinetti! Carlo è andato a pescare un Giorgio Bellettini, che ha fatto una tesi di laurea in spettroscopia o poco più, mi dica lei... Va bene, avevo una formazione buona, però, alla tesi, avevo un po’ deviato. Ero stato recuperato alle particelle, ma studiavo le lastre nucleari; guardavo al microscopio. Quindi: robetta rispetto alle tecniche moderne. “No, no, tu vai a Frascati, arrangiati, impara e fai un esperimento di elettronica!”. Tutti questi ragazzi, quattro ragazzi brillanti, ma fra i 25 ed i 28 anni, a fare un esperimento da soli! A Frascati, quando c’era da dividere il tempo macchina del sincrotrone, io me le ricordo ancora le epiche battaglie per avere più ore di Salvini! Poche storie! Quindi è chiaro che lì, a Roma, c’era una visione del tipo: “Sai? la periferia... Università piccole che vogliono crescere!”. Adesso Pisa è una istituzione importante nel nostro campo, ma allora non c’era proprio niente. Quindi, in quel clima lì, si arrivò a proporre un esperimento a PETRA; noi che eravamo ragazzi, un gruppo meraviglioso, ragazzi capacissimi. Adesso sono tutti dirigenti dell’INFN, incluso Enzo Iarocci, prima direttore di Frascati, poi presidente dell’INFN. Paolo Giromini è un collega di grandi capacità; molti altri hanno dato importanti contributi. Allora, ritirai la mia proposta; naturalmente Salvini fu approvato dall’Italia, ma non da DESY, perché DESY approvava gli esperimenti solo se c’era una collaborazione che assicurasse la copertura finanziaria. Allora il gruppo di Salvini disse: “Noi siamo coperti al 30%; siamo pronti a collaborare con altri ”; non trovò neanche una persona che mettesse l’altro 70%. Quindi: l’Italia non ha fatto il suo esperimento a PETRA! Il che fu anche un bene, perché il *top* era troppo pesante per essere prodotto a PETRA, ah, ah, ah! PETRA era un ottima macchina, ma, sa, ci vuole fortuna ed alle energie di PETRA non c’era nessuna nuova soglia. Una volta deciso di non fare l’esperimento a PETRA, tentammo di farne uno più piccolo con la stessa filosofia, per studiare le risonanze nel campo dei 2 GeV o giù di lì. Ho raccontato tutto ciò per mostrarle come la nostra differenza di origine si sia sentita! In conclusione: non è che noi non avessimo interesse per ADONE. Avevamo studiato i poli di Regge, la diffrazione, i modelli geometrici e lo scattering; tuttavia, ADONE era una macchina italiana, caspita! Ma c’era un tale affollamento! Dovevi andare a lavorare con uno dei capi. Allora niente! Noi andiamo da soli, altrove!

Durante la sua direzione ci fu il triste fatto della mancata scoperta della J/ψ .

Lì non sono innocente, nel senso che se avessi avuto più sensibilità, più prontezza, forse avrei potuto io stesso incitare e dare qualche suggerimento ai miei fisici. Ero il direttore, c’erano quattro esperimenti montati sulla macchina ed ADONE funzionava da tempo a 2.8 GeV. ADONE era stato progettato per 3 GeV, ma, per risparmiare i

magneti e non correre rischi, si lavorava regolarmente a 2.8 GeV.

Inoltre c'era anche quella spalla nello spettro di massa delle coppie di muoni, vista da Leon Lederman nel '72.

Dunque, dunque, quell'indizio esisteva o preesisteva. Io quella cosa lì, forse la sapevo o forse no, ma, certamente, non faceva parte della mia curiosità scientifica. Tanto è grave questa limitazione, che, viceversa, in America, Lederman decise di andare a Fermilab a fare, con un fascio più energetico, lo stesso esperimento, con due spettrometri invece che con due assorbitori — a quel tempo, a Brookhaven, le coppie di μ erano viste in maniera brutale, con dei telescopi di range! Leon Lederman voleva vedere i μ con alta risoluzione — uno non si fidava di vedere solo gli elettroni; gli elettroni sono difficilissimi da vedere, avendo un mare di fondi. Sam Ting decise invece di costruire uno spettrometro ultra potente, con due segnali Cherenkov ripetuti, studiando anche il complesso dell'evento, per essere sicuro che proprio gli elettroni fossero prodotti in modo diretto. Fatto sta che c'era un bel fermento; quella spalla fu presa sul serio da due dei protagonisti del gruppo americano. Uno proseguì con i μ a Fermilab — non si fidava di poter fare bene con gli elettroni; l'altro disse: “No, ce la devo fare con gli elettroni, resto a Brookhaven”.

Noi invece a Frascati, non solo io, ma anche i quattro gruppi che erano sulla macchina, dormivamo? Che facevamo? Io avevo contatti con tutte queste persone; giravo il mondo e avrei dovuto annusare il vento. Forse avrei dovuto insistere per una ricerca di risonanze strette, tirando il collo alla macchina fino alla massima energia. La macchina successivamente arrivò perfino a 3.2 GeV. Quando noi sapemmo della J/ψ , in 48 ore l'energia di ADONE fu aumentata fino alla rivelazione di questa nuova risonanza.

Ma come avete saputo della scoperta di Brookhaven?

Lo seppi perché mi chiamò una collega del gruppo di Sam Ting. Eravamo in ottimi rapporti con questo gruppo. Quando lasciai il CERN ed accettai la direzione di Frascati, era finito l'esperimento R801, di cui abbiamo già parlato. Ting invece mi corteggiò per un anno o due perché voleva collaborare con noi; voleva fare un esperimento, sempre di coppie di μ — R209 mi pare —, sempre al CERN e cambiando sala sperimentale, per poter collaborare con il vecchio gruppo di Pisa-Stonybrook. In qualche modo la collaborazione fu organizzata, con me — che nominalmente facevo parte del gruppo, ma in realtà ero ormai a latere — ed un altro capogruppo. Come risultato Ting poté collaborare con un grosso gruppo italiano; ciò gli diede il necessario “pass”, cioè la carta di ingresso al CERN. Per questa, ci doveva essere una collaborazione con gli europei; Ting non poteva conquistare da solo un'intera sala sperimentale. Collaborando con noi, Sam fece il suo esperimento; quindi diventammo colleghi molto stretti e lo siamo ancora. Quando poi mi comunicò questa scoperta, ne misi ovviamente a conoscenza i ricercatori di Frascati; i macchinisti si scatenarono per alzare l'energia della macchina, passetto per passetto, ed arrivarono quasi a 3.2 GeV. Frascati vide la risonanza in 48 ore! Noti bene che Orsay aveva una macchina con un'energia superiore a quella di ADONE; loro però ci misero due mesi; noi ci mettemmo due giorni.

Subito dopo fu scritto un articolo. Non so se conosce quell'episodio? Pubblicammo, insieme a Ting, tre lettere in successione sulla rivista *Physical Review Letters*. Una cosa che la può sorprendere: se va a vedere gli articoli dei frascatani, si può divertire a trovare i buffi errori di stampa che ci sono; lo ha visto mai? Perché quell'articolo lì fu trasmesso da me, di notte, al telefono, alla collega cinese Sau Lan Wu del gruppo di Ting, in inglese. La fisica era più facile da dettare, ma quando le dicevo i nomi delle persone... "Chi? Chi? Chi?".

Comunque tutti hanno rilevato che i nomi degli italiani sono molto spesso stravolti. Vediamo se le ritrovo il fascicolo con la storia della J/ψ .

Quando avvenne tutto ciò, da un punto di vista formale, chi doveva assumersi la responsabilità di forzare la macchina?

Frascati era lì; aveva una macchina che arrivava alla J/ψ ; c'era questo fermento in America. Noi stemmo fermi ad aumentare la statistica a 2.8 GeV. La ricerca di risonanze strette sopra i 2.8 GeV, e poi anche sotto, fu fatta successivamente. Non la facemmo in modo originale; la facemmo quando ci fu questo sconvolgimento. Io ero il direttore e non ero dunque innocente! Insomma: lei non immagina quante volte mi sono mangiate le dita! Non ha idea! Eccolo qui; ho trovato il nostro articolo sulla J/ψ . Vediamo un po': è divertentissimo!

È frequentissimo che i nomi vengano alterati, le doppie non sono mai percepite; sono cose classiche.

Guardi: "seven days from hearing to publishing". Trovare la risonanza, scrivere l'articolo, trasmetterlo di notte al telefono. "Preliminary results of Frascati on the nature of the new resonance..."; allora, autori: Balbini Celio (Baldini Celio), Berna Rodini (Bernardini), Caton (Capon) G.S.M. Spinetti (Spinetti), Piano Mortemi (Piano Mortari), etc. ah, ah, ah! Però in sette giorni riuscimmo a fare la misura; questo dimostra che noi avevamo la "gloria" sulla punta delle dita ed abbiamo fatto quello che potevamo, ma la scoperta non è la nostra. Bene! La storia della fisica dimostra che bisogna essere svegli e anche un po' maliziosi, perché, oltre ad avere una cultura — che non avevo abbastanza, evidentemente — in $e^+ e^-$, avrei dovuto essere più malizioso. C'è gente che quando va a parlare con i colleghi si interessa al "gossip": Cosa succede? Questo cosa dice? Cosa vede quell'altro? Ci sono delle anomalie? In questo io non sono molto capace. Se avessi avuto la malizia di insistere con i miei amici di SLAC e di Brookhaven per sapere cosa stavano facendo, forse, alla fine, sarei venuto a sapere che c'era qualche novità che mi nascondevano; oppure avrei maturato anch'io il desiderio di andare a vedere ad energie più alte. Là per là, sembrava proprio di rischiare di bruciare la macchina.

Sì, ma non veniva istintivo pensare ad energie superiori visto che, a quei tempi, la macchina si fermava lì.

Ovviamente non eravamo completamente stupidi però, visto che in sette giorni — “seven days from hearing to publishing” — eravamo riusciti a produrre la J/ψ , ciò significava che non era tanto difficile vedere la J/ψ , se fossimo andati a cercarla. Ora interrompiamo questa lunga e non trascurabile digressione sul perché non ci siamo interessati a ADONE.

A quel punto avevo collezionato un notevole numero di insuccessi. Il laboratorio era stato ridotto da 820 a 92 persone. Avendo insistito perché fossi io a creare il nuovo laboratorio ed a controllare tutte le nuove assunzioni, era stato invece scelto un nuovo direttore. Era stato tolto di mezzo il Bellettini dalle commissioni di concorso. Ero restato a Frascati per andare a PETRA e per PETRA c'era stato uno scontro con l'INFN. Avevo proposto una macchina per Frascati: “Questa sì, perché sei in casa; ma non ti diamo i soldi!”. A un certo punto sono tornato ai colliders adronici; a un certo punto mi sono ricordato che venivo dal CERN e al CERN, in qualche modo, sono tornato, andando a 45 anni in America con Paolo Giromini, da soli. Perché fummo noi soli. Io andai a Pisa dall'America nel settembre del 1979. Ormai avevo perso la cattedra, ero un dirigente dell'INFN⁽¹⁾; avevo perso il gruppo di Pisa perché ero andato in altre direzioni, con Sam Ting. Avevo perso il gruppo di Frascati perché stavo andando via da Frascati. Non era una situazione banale da vivere! Andavo, a 45 anni, come un ragazzino, in America. Ed i primi mesi, come le accennavo l'altro giorno, erano emotivamente molto significativi. Mi facevo forza, quando andavo da solo in America in aeroplano. Andavo ad affrontare questa torma di colleghi che parlavano una lingua un pochino attorcigliata; io parlavo un inglese un po' britannico; adesso faccio fatica a capire l'inglese inglese, ma, a quel tempo facevo fatica a capire l'americano! Andò molto bene, perché c'era qualcosa di forte nel DNA dei pisani; per cui avemmo un'altra avventura; un'altra avventura che assomigliava tantissimo a R801, quando decidemmo di fare quell'esperimento con un 4π al CERN. Allora non avevamo altro che le nostre mani e costruiamo l'apparato, rubacchiando di notte le cose al CERN, lavorando nelle cantine del vecchio istituto di Pisa. Certo, era passato del tempo e non eravamo più degli apprendisti stregoni; però, in America, al più grande collider del mondo... Noi!

Quando io andai, all'inizio del 1980, e si capì che si creava un nuovo gruppo italiano, gli italiani laggiù erano due o tre. Non so cosa pensassi esattamente, ma certamente ero teso, nervoso, e in qualche modo, preoccupato. In realtà era poi la scintilla che creò il successo, perché questa originalità, questa avventura all'estero, nel più grande paese del mondo, ad una macchina nuova, fece sì che, nell'arco di pochi mesi, da Pisa vennero dentro al gruppo delle persone di una qualità immensa. Perché tali erano il Bedeschi di quel tempo ed il Ristori di quel tempo. Dopo pochi mesi si aggiunse Aldo Menzione. Non so quanto lei li conosca, ma sono persone che, quando vanno a discutere su come fare un esperimento o a discutere di fisica, si fanno rispettare in tutto

⁽¹⁾ Giorgio Bellettini vinse, nel 1989, un secondo concorso per una cattedra di Fisica Generale e riprese la carriera di insegnante, prima per tre anni a Ferrara e poi definitivamente a Pisa.

il mondo. Sicché, in pochissimo tempo, si creò un gruppo italiano di Pisa, ed insieme, un gruppo di Frascati, importante, anche se più piccolo — Paolo Giromini a Frascati era un oriundo, non era nato lì, veniva da Pisa e prese il posto là. Nel gruppo di Frascati c'era Sergio Bertolucci, che è una forza della natura. Alla fine, i due più capaci, quelli che tiravano di più, risultarono appunto Giromini e Bertolucci. Ce ne furono anche altri che partecipavano da Frascati e sono ancor lì: Marco Cordelli, Stefano Miscetti, ad esempio. Quel gruppo crebbe però più lentamente del gruppo pisano. Il gruppo pisano, in pochi mesi, nell'estate del 1980, era già un gruppo con dei nomi di giovani molto capaci che tutti conoscevano. Dopo di che abbiamo cominciato a mettere a punto un progetto di esperimento che risentiva moltissimo della nostra esperienza. Naturalmente gli americani non erano degli ingenui, però non avevano lavorato agli ISR. Il gruppo di Stonybrook infatti non tornò a lavorare con noi e si disperse un pochino; quindi i nostri collaboratori americani non avevano mai lavorato ad un collider adronico. Per noi fu un gioco, non banale, però alla fine un successo, quello di insistere sulla geometria tipica di R801: quei coni in avanti... Sì, certo, non potevamo mettere soltanto degli scintillatori; mettemmo delle torri calorimetriche, però fatte a spicchi, che guardavano tutti la sorgente e che, in qualche modo, erano quasi una riproduzione dell'evento, come noi ce l'aspettavamo, come credevamo si sarebbe presentato.

La vostra esperienza era determinante perché avevate un buon bagaglio culturale...

Sì, eravamo certamente i più esperti! Nel progetto dei calorimetri e nella geometria generale dell'esperimento, la nostra esperienza fu decisiva. Poi avevamo persone come Aldo Menzione. Torno un pochino indietro. Quando io andai via dal CERN per andare a Frascati e finì R801, si creò un gruppo che collaborò con Sam Ting: R702. Il gruppo originale di Pisa si divise in due. Lorenzo Foà, con una parte consistente del gruppo, andò a lavorare su un esperimento a targhetta fissa, su un fascio esterno, per approfondire quei fenomeni di correlazione che avevamo visto all'ISR. Alla fine si concentrarono su certi specifici processi di "heavy flavour", ma, nel far questo, al gruppo si unirono altri pisani che venivano da NINA e da esperienze in Inghilterra. Si creò quindi una collaborazione diversa, diretta da Foà. Quel gruppo sviluppò una nuova tecnologia, da loro molto amata, con dei semiconduttori che, secondo loro, potevano raggiungere risoluzioni spaziali di 20μ , ma forse di 10μ e forse addirittura da 5μ ... Nel gruppo c'era anche Aldo Menzione, che aveva precedentemente lavorato al CERN con me, ma dopo si era associato a Lorenzo Foà nell'esperimento all'SPS.

Il gruppo di Lorenzo Foà era fortissimo. Parecchie di quelle persone, in particolare: Aldo Menzione e Luciano Ristori, tornarono con me in America e portarono con sé l'esperienza fatta su queste nuove tecnologie e su questi silici. Erano assolutamente convinti che i silici potessero essere fatti molto leggeri, molto sottili, in modo da non perturbare troppo l'evento: si vogliono misurare le tracce, si vogliono rivelare le particelle, ma l'ideale sarebbe misurarle senza "toccarle". Naturalmente non si può fare; loro però dicevano: "Qui non c'è bisogno di gas, non c'è bisogno di pressione; se tu fai una camera contenente gas, c'è bisogno di un bussolo, delle pareti, c'è un sacco di metallo. Tu fai invece delle striscioline di mattoncino sottili sottili e ci stampi sopra dei

depositi di metalli: sono proprio sottili!”. Ed aggiungevano: “Scusa, ma noi possiamo fare un rivelatore di vertice e vedere subito, dopo un paio di centimetri, le possibili tracce vicino al loro punto di nascita. Lì, se ci sono particelle instabili, si vedono!”. Si sapeva già che c’era il *beauty*; si sapeva che si potevano studiare il *charm* e il *beauty* in quel modo, vedendo meglio dove nascevano e vedendo, in sostanza, il loro decadimento.

Questi rivelatori li avevano iniziati a fare per il precedente esperimento?

Li avevano fatti per l’esperimento a targhetta fissa. In realtà, a quel tempo, noi avemmo due proposte. La prima era di mettere dei rilevatori di silicio dentro i tubi a vuoto della macchina, per misurare gli eventi di scattering ad angoli molto prossimi al fascio. Questo era il proseguimento delle misure di scattering elastico che sono anche legate alle misure di sezione d’urto totale. Facemmo un po’ di queste cose, però, alla fine, dentro il vuoto della macchina non ce li mettemmo. I rilevatori di silicio furono infilati in certi pozzetti — che noi chiamavamo “pozzetti romani” — che sono però fuori dal vuoto della macchina; in certi punti della macchina si fanno delle flange con dei “tombac” — tubi flessibili a soffietto che possono entrare dentro o fuori la ciambella del collider. Ogni soffietto regge un cilindro a tenuta di vuoto, in cui c’è l’aria, ma dietro c’è il vuoto; quindi questo cilindro penetra più o meno, avvicinandosi al fascio. Uno lo tiene fuori, mentre sta iniettando dentro la macchina, quando il fascio è grosso; quando il fascio è ben focalizzato e piccolo, ci si va vicino, ma sempre restando fuori dal vuoto! Questa fu la soluzione adottata; infatti, per alcuni anni, noi misurammo di nuovo, al collider di Fermilab, lo scattering elastico, lo scattering diffrattivo. Ciò era un seguito delle misure che avevamo fatto all’ISR per studiare il comportamento della sezione d’urto totale in funzione dell’energia. Alla fine quelle misure furono fatte con tecnologie miste in cui i silici non dominavano più; infatti, una volta fuori dal fascio, ci sono altre tecnologie, più economiche e semplici, con cui si possono tracciare le traiettorie con risoluzione spaziale sufficiente. I rilevatori che usammo avevano degli strati di silicio, ma avevano anche delle normalissime camere a deriva.

L’altra proposta di utilizzo dei silici — che poi divenne quella vincente e che ancora oggi è applicata — fu quella di fare un rivelatore di vertice; per carità, non in avanti stavolta, ma a 90°: un cilindro, composto da vari strati attorno al tubo della macchina e al punto di interazione, in cui erano assemblati dei mosaici di questi rilevatori di silicio; si potevano quindi misurare le tracce appena fuori dal tubo della macchina. Facemmo una battaglia che durò un po’ di tempo; la proposta di questi silici, sia in avanti che attorno al vertice, si trova nel “design report” dell’81. In un paio d’anni, ’80, ’81, noi scrivemmo insieme agli americani un progetto di esperimento e lì sono riportate diverse discussioni e specifiche qualitative. La proposta era abbastanza interessante; tutta la collaborazione — che era a quel tempo italiana, giapponese, americana, circa 85 persone mi pare — accettò di inserire tale rivelatore. Non era ancora un disegno tecnico, con specifiche e costi; c’era solo un’idea di come farlo. La realizzazione tecnica di questo benedetto rivelatore di vertice andò avanti abbastanza velocemente, anche se ci furono litigi e discussioni su come realizzarlo, preservando al meglio le caratteristiche dell’evento. C’erano preoccupazioni sullo spessore dei materiali e la possibile generazione di interazioni secondarie. Inoltre il

rivelatore doveva essere molto resistente, perché non si può andare tutti i giorni a toccare “la pancia dell’esperimento”. L’elettronica di lettura non era, a quei tempi, particolarmente robusta e doveva inoltre essere posizionata in una zona radioattivamente “calda”. Le dimensioni del rivelatore erano piuttosto piccole. Per prepararlo ed installarlo ci mettemmo grosso modo 10 anni! Anni nei quali continuammo ad insistere tremendamente sulla sua importanza, sia per scoprire il *top* che per studiare la fisica del *b*. Quindi: noi abbiamo dato importanti contributi alla costruzione dei calorimetri e a questo rivelatore di tracce esterno alla ciambella dalla macchina. Abbiamo anche fatto costruzioni gigantesche, quali quelle per il rivelatore di muoni, in collaborazione con il gruppo russo di Dubna, che diede un contributo importantissimo. La rivelazione dei muoni si basava su degli scintillatori di grandi dimensioni, strutturati come odoscopi, in armonia col resto dell’esperimento e posizionati all’esterno del suo nucleo principale. Demmo forti contributi anche per l’elettronica di trigger; avevamo persone esperte: Luciano Ristori, Paola Giannetti, Mauro Dell’Orso, fisici che avevano lavorato con Foà su esperimenti di targhetta fissa e che avevano acquisito una forte competenza in elettronica.

Dopo un po’, l’esperimento era chiaramente un esperimento in cui gli italiani, senza presunzione, avevano avuto un enorme impatto: perché erano tutti lì, erano tanti, erano esperti. . . La macchina ebbe dei ritardi, però alla fine funzionò. Eravamo da cinque anni sull’impresa CDF; il secondo esperimento, D0, fu installato un po’ dopo; non ricordo più quando iniziasse. Ma noi, avevamo fatto un primo periodo in cui eravamo stati soli, quindi in una posizione di grande privilegio.

Nel frattempo l’esperimento del CERN si era fermato; mi pare che il collider del CERN abbia chiuso nel ’92. Noi ci presentammo con i risultati dei primi 4 o 5 pb^{-1} di luminosità alla fine del ’91; erano stati dedicati, come al solito, alla ricerca del quark *top*. A quel tempo il *top* si cercava nel decadimento del *W*, perché si pensava che fosse di massa abbastanza bassa. Se avesse avuto una massa di 40, 50, 60 GeV, in fondo, anche il collider del CERN avrebbe potuto produrlo.

Si arrivò, circa nel ’91, a notare che i decadimenti del *W* erano quelli previsti dal Modello Standard e che la sua forma di riga era quella corrispondente a “nessun canale di decadimento nuovo”, senza la presenza di quegli eventi strani che si sarebbero creati se il *W* fosse decaduto in un *top*. A quel punto il collider del CERN chiuse perché il *top* risultava ancora più pesante di circa 70 GeV; se era così, la macchina del CERN non avrebbe potuto produrlo. Per la precisione: la macchina del CERN funzionava con fasci continui ad una energia nel centro di massa di 540 GeV; si poteva anche riuscire ad aumentare l’energia purché non si pretendesse di lavorare in continua, rischiando di bruciare i magneti. Si poteva lavorare a 630 GeV per un po’, in funzionamento alternato, poi si dovevano raffreddare i magneti prima di ricominciare il ciclo. Insomma: il collider del CERN non era fatto per produrre particelle così pesanti. Quindi, dal ’92 in poi, noi di Fermilab restammo letteralmente soli e siamo ancora soli. Per cui, capisce? è stata una interminabile vicenda che ci ha portato adesso, ancora oggi quindi, in una situazione di privilegio, in attesa di essere sostituiti da LHC, la nuova macchina del CERN che sta cominciando a funzionare.

Nel frattempo l'esperimento ha continuato a funzionare bene; la macchina anch'essa sempre meglio. Abbiamo avuto fasi di gloria quando, nel '94, saltò fuori che si vedevano degli eventi che sembravano dei *top*: dei *top* non prodotti dal *W*, ma piuttosto, erano loro stessi a decadere nel *W*, cioè molto più pesanti del *W*. Questa evidenza, in una prima fase, coinvolse principalmente un gruppetto di italiani, di Pisa, devo dire. Noi, con due miei laureandi, Marina Cobal e Sandra Leone — che è ancora qui a Pisa, ed è adesso una delle nostre ricercatrici più esperte — più un dottorando che veniva dal gruppo di Rubbia e che trovò posto da noi — Hans Grassmann — avevamo iniziato una analisi che cercava di vedere se ci fossero degli eventi di produzione di coppie di *top* che avessero delle particolari caratteristiche cinematiche, corrispondenti ad un *top* molto pesante. Insomma: lo spartiacque è 80 GeV, la massa del *W*; se il *top* è molto più leggero, il *W* decade in *top* e quark *b*; se invece il *top* è più pesante è lui che decade in *W* ed un quark *b*. E quanto avrebbe potuto essere la massa del *top*? 90, 100, 110 GeV? Chi si azzardava a pensare che sarebbe stata di 173 GeV!

C'era stata una qualche previsione?

Non si è mai potuto sapere quanto avrebbe dovuto essere; sembrava naturale, guardando la massa delle particelle pesanti già trovate, che avesse una massa un po' superiore. Rubbia, ad un certo punto, ebbe degli indizi che facevano pensare che ci fossero dei *top* di 40 GeV, ma in realtà non risultò vero.

Hans Grassmann fece la seguente osservazione interessante: “Nel decadimento di coppie di *top* ci sono due getti energetici, quindi una fortissima segnatura. Ma una cosa ancor più importante è che, se il *top* è molto pesante, viene prodotto quasi fermo. Allora esplose da tutte le parti e noi potremmo studiare, a 90°, la distribuzione dei frammenti tipici, per esempio, dei getti adronici; per carità, vanno benissimo anche i leptoni. Andiamo a studiare la situazione e vediamo se ci sono degli eventi con dei getti molto energetici a 90°”. Il *top* può decadere in molti modi, ma, se si vedono getti a 90°, questo potrebbe costituire una loro valida segnatura, tenendo anche presente che i *top* vengono prodotti soprattutto in coppia. Fra parentesi: è di una settimana fa il fatto che siamo riusciti a vedere, per la prima volta, la produzione singola di *top*; questa avviene per interazione elettrodebole ed è di cinque o sei volte inferiore alla produzione di coppie di *top*; inoltre un *top* singolo è sperimentalmente assai più difficile da riconoscere; quando i *top* sono prodotti in coppia, i decadimenti danno origine a due *W* ed a due quark *b*, un sacco di roba! I *W* decadono e, se si fa una stima, ci si accorge subito che, per scoprire eventi strani che dimostrino che davvero è nato il *top*, conviene cercare gli eventi in cui, dei due *W*, uno decada in due getti dovuti ai quark e l'altro decada in due leptoni. L'evento è quindi sbilanciato, perché c'è un neutrino che è volato via. Un leptone isolato si misura molto bene; anche gli elettroni, quando sono molto energetici, si vedono bene. In sostanza uno andava a cercare degli eventi in una categoria definita da uno sbilanciamento dell'impulso trasverso e da un leptone isolato energetico. Mi fermo qui. . . Perché tutto ciò sia possibile si deve far funzionare un “*b*-tagging” e far funzionare per bene una analisi ben complessa.

Alla fine fu una delle nostre carte vincenti, come avevamo previsto dieci anni prima.

Però la strada per mettere in funzione un “*b*-tagging” è stata molto lunga, anche se eravamo solo noi ad averlo. — In quel tempo era nato un altro esperimento concorrente al Tevatron, ma questo non aveva il rivelatore di vertice. Quindi, per carità, il “*b*-tagging” era la nostra carta vincente finale, tuttavia ci si sarebbe messo più tempo a sfruttarla. La proposta di Hans di ricercare un *top* massivo, emettente getti di grande impulso anche a 90° , apriva delle possibilità di scoperta più vicine. La ragione è che il fondo è associato alla produzione di getti emessi a piccoli angoli — i vecchi “secondari” di Cocconi — non a getti di grande impulso emessi a 90° .

Devo dire che Hans aveva forse una esperienza specifica derivante dal metodo usato da UA1 nella ricerca del *top*. Io, più tardi, studiando la letteratura e le pubblicazioni di UA1, mi resi conto che UA1 aveva fatto proprio una analisi dello stesso genere, cercando di vedere se c'erano troppi getti di grande impulso trasverso, in confronto con quanto atteso per il fondo. Comunque: la proposta di Hans mi sembrava del tutto sensata; mi confrontai con un giovane fisico teorico, adesso è al CERN, — Michelangelo Mangano — che era un giovane ricercatore della Scuola Normale. Discutemmo. Gli spiegai: “Guarda, se tu vai a studiare la distribuzione in impulso trasverso dei getti nel fondo, quando sei a 90° ed a 40, 50, 60 GeV, non ne trovi perché vanno solo in avanti; non riescono ad andare, al contempo, a grandi angoli ed avere grande impulso”. Quindi dicemmo: “Cerchiamo questi eventi, simulando la distribuzione di impulso trasverso dei getti adronici che ci aspettiamo, nel caso provengano dal decadimento di due grossi corpi quasi fermi nel centro di massa. Pura cinematica; conservazione di energia ed impulso... Confrontiamo poi quanto ottenuto dalla simulazione con le distribuzioni misurate”.

A livello di simulazione si vide che sì, effettivamente, bastava costruire il rapporto tra la distribuzione energetica dei primi due o tre getti, nel caso del *top*, divisa per la stessa distribuzione, nel caso del fondo; ad un certo punto, se il *top* era molto massivo, si vedeva un eccesso in questo rapporto, dipendente dalla massa del *top*. Poi, alla fine, guardammo i dati. C'erano delle evidenti anomalie e per un anno insistemmo con la collaborazione perché si preparasse una pubblicazione. Non riuscimmo però a sfruttare il risultato del nostro lavoro; non ce lo fecero pubblicare.

Alla fine, quando nel '94, fu pubblicato il primo articolo con la evidenza del *top* ciò ebbe un enorme rilievo sulla stampa. Noi abbiamo affrontato il *top* in due fasi: nel '94 e nel '95; avevamo degli effetti che avevano molto a che fare con il numero di getti di tipo *b* che si trovavano negli eventi con leptoni e grande impulso trasverso mancante; tutto ciò tornava con quanto atteso nel caso di una produzione di una coppia di *top*. Avevamo anche un limitato numero di eventi in cui riuscimmo a ricostruire completamente la cinematica; si vedeva qualcosa di indicativo di un picco di massa sui 175 GeV, per questi due *top* ipotizzati nella ricostruzione dell'evento. In conclusione: c'era una evidenza a livello, diciamo, di tre o quattro sigma — cioè il numero di deviazioni standard nella distribuzione di probabilità, rispetto a questo effetto interpretato come fondo.

Anche lì, non si riuscì a convincere la collaborazione a combinare l'evidenza che veniva dal fatto che c'erano troppi eventi taggati *b*, con l'evidenza proveniente dal picco di massa! Noi avevamo il 2% di probabilità che il picco di massa, osservato nei 6 eventi che avevamo ricostruito, fosse dovuto ad una fluttuazione del fondo;

in più, avevamo una probabilità dell'ordine del permille o meno del permille, che il numero di questi eventi taggati b fosse di nuovo una fluttuazione del fondo. Beh, proponemmo: “Facciamo il prodotto delle probabilità! Non ci fu verso; non ce lo fecero fare!”

Quali erano le obiezioni?

Guardi, non me lo ricordo; mi dissero: “Ma no! Andiamo troppo avanti, ci impegniamo troppo, sono in fondo due analisi separate”. Furono obiezioni del tutto analoghe a quelle espresse quando noi italiani, che avevamo fatto l'analisi puramente cinematica “alla UA1”, avremmo voluto pubblicare l'anomalia nelle distribuzioni energetiche dei getti. Una debolezza di quel nostro metodo era che non consentiva di ricostruire la massa del top; noi guardavamo semplicemente se c'era un flusso anomalo di questo tipo di eventi, ma non ne ricostruivamo la massa.

Ci fu un grosso momento di tensione per cui, dopo aver aspettato addirittura un anno per arrivare alla pubblicazione, pubblicammo nel '94 questa evidenza, che si basava, essenzialmente, sul numero di b -tags osservati in questi eventi, sul fatto che c'erano troppi flavour di tipo b in questi eventi, che avevano già un W . Separatamente fu pubblicato il picco di massa. Insisto: ciò non conteneva la nostra analisi cinematica, un'analisi più semplice, fatta prima, che dava già un indizio, ma che né ricostruiva la massa né utilizzava i b -tags; un'analisi, quindi, più facile da fare. Tutto ciò non fu accettato nella prima pubblicazione del 1994 sulla “evidenza” dell'esistenza di un quark top estremamente pesante.

Allora fu trovato un compromesso per cui, nello stesso giorno, fu pubblicata qui a Pisa una nota interna dell'INFN che presentava l'analisi cinematica e furono fatte la “press release” e la conferenza in America che presentarono l'articolo ufficiale. Quindi noi abbiamo l'evidenza del top presentata contemporaneamente in Italia, da una pubblicazione interna dell'INFN di Pisa, e in America, dall'articolo della collaborazione. L'esperimento D0 non aveva abbastanza eventi; disse: “Noi non possiamo affermare niente; non siamo in contraddizione con quello che dice CDF, ma non abbiamo abbastanza eventi”. L'anno dopo, invece, anche D0, con un pochino di ginnastica, riuscì ad unirsi a noi ed a dichiarare che il top c'era e che era, grosso modo, sui 180–200 GeV di massa.

La vicenda della analisi cinematica che fu bloccata e sta ancora lì ad aspettare tutto il dovuto riconoscimento, tornerà fuori; perché poi con il tempo, pian pianino, la verità storica, emerge sempre. Ad esempio: il fatto che nella tesi di Marina Cobal a Pisa — che fece la sua tesi su questi eventi — e in questa pubblicazione di Pisa, ci fosse il primo indizio che c'era un top pesante, verrà, in qualche modo, riconosciuto. Vedremo!

Nella scoperta, giocò un ruolo decisivo il fatto che noi si potesse per benino segnalare se certi getti fossero presumibilmente dovuti a dei quarks b primari, che poi si vestivano da adroni B , decadenti con una vita media tipica. Di nuovo, questo creò un grande riconoscimento — emerso più facilmente con il tempo che immediatamente, devo dire — al gruppo italiano, che aveva voluto a tutti i costi il rivelatore di vertici secondari. Adesso naturalmente, per carità, questo è riconosciuto tutti i giorni; i rilevatori 4π dei colliders, in particolare a LHC, hanno un gigantesco rivelatore di silicio; alcuni addirittura, come CMS, hanno tutti silici. Sicché questa tecnologia è stata senz'altro di grandissimo suc-

cesso. Recentemente, non so se l'ha saputo, gli americani, con mia grande soddisfazione e naturalmente con il mio sostegno, hanno attribuito un premio Panofsky — che è un riconoscimento importante nel campo della fisica strumentale e della sperimentazione nel nostro campo — a due fisici di Pisa: Aldo Menzione e Luciano Ristori. Aldo, a suo tempo, era stato il portabandiera di questo rivelatore, lo voleva mettere a tutti i costi; con l'accordo di tutti noi, che andavamo in giro alle conferenze presentando delle previsioni sull'efficienza che avrebbe avuto. Lui era quello che lo aveva, in qualche modo, vissuto, sentito come sua creatura, dai tempi di NA1, l'esperimento di Foà. Più tardi successe che Ristori, con un gruppo di collaboratori di gran classe: Mauro Dell'Orso in primo luogo, sua moglie Paola Giannetti, Giovanni Punzi ed altri, capirono che questi rivelatori, che misuravano così bene e con alta precisione i punti vicino al vertice, potevano anche essere letti abbastanza rapidamente da poter decidere se registrare o no l'evento. Quando si sta su tempi dell'ordine dei microsecondi — si arrivò a $20 \mu s$, forse adesso a $10 \mu s$ —, si possono utilizzare questi segnali per decidere se accettare o no l'evento. È tutta un'altra categoria di eventi che si possono raccogliere separatamente! Questo permette di studiare efficacemente tutta la fisica del quark b . Anche nella ricerca degli eventi con quark top la segnalazione di vertici secondari è di importanza decisiva. Gli eventi con coppie di top sono solo uno su 10^{10} di tutti gli eventi inclusivi, va beh! Si può fare di meglio se si evidenzia un impulso trasverso mancante e se si identifica un leptone, che è già un buon segnale; si seleziona così una categoria di eventi in cui si trovano anche i top . In tale categoria di eventi, si può arrivare a dei campioni arricchiti che hanno un top ogni 10^4 o $5 \cdot 10^4$ eventi, ancora un tremendo rapporto segnale/fondo; sono tantissimi gli eventi che si devono studiare "off-line". Se però poi, nell'analizzare i dati, viene richiesto che qualcuno dei getti energetici abbia un vertice secondario: eh, che diamine! Cambia tutto! Richiedo cioè che uno o più di questi getti, oltre ad avere 20, 25 GeV di impulso trasverso, abbiano un certo numero di traccette che hanno origine a due millimetri dal vertice principale. È chiaro che gli altri eventi non vengono buttati via; magari vengono registrati per fare dell'altra fisica. Ma nel campione dei dati che andrà esaminato per ricercare il top , se c'è la richiesta di vertice secondario, si ha una riduzione enorme del numero di possibili candidati. Si verifica una certa perdita di questi eventi; queste selezioni creano naturalmente una perdita, che però viene misurata. Alla fine risulta essere un vantaggio enorme l'aver richiesto dei vertici secondari negli eventi candidati top .

Luciano Ristori, con i suoi collaboratori, è riuscito a capire che era possibile sfruttare la tecnologia moderna di questi circuiti integrati, capaci di fare in un istante delle analisi numeriche dei dati entranti, per creare un trigger con i segnali dei rivelatori di silicio. A quel tempo, i rivelatori al silicio con la necessaria risoluzione spaziale esistevano già, ma non l'elettronica di lettura che fosse in grado di ricostruire i vertici secondari in poche decine di microsecondi. L'elettronica su circuiti integrati fu progettata a Pisa, le maschere furono fatte a Pisa. La produzione era basata su di un così detto "custom chip" fatto in casa; tutta la produzione dovette essere basata sullo sviluppo del chip disegnato dai pisani. Quindi questo riconoscimento è stato molto giusto! Naturalmente, poi, con il tempo, è successo anche che questo trigger, identificante i vertici secondari, abbia avuto

applicazioni enormi in CDF, non solo nella fisica del quark *top*. Esso segnala infatti i *b* ed i *b* sono dei quark pesanti che hanno molte caratteristiche peculiari e sono sensibili alle proprietà delle interazioni elettro-deboli. Vengono studiati nei dettagli gli adroni pesanti che contengono un quark *b*: i B_d i B_s , i Λ_b ; insomma: infinite varianti. Tutti questi *b* sono diventati una frazione considerevole della fisica del CDF di oggi; sfruttando sempre, o a livello di trigger, ma certamente anche off-line, l'informazione basata sul "silicon vertex detector". Le dirò di più: se l'*Higgs* fosse leggero, cioè fino a 130, 140 GeV di massa, decadrebbe soprattutto in $b\bar{b}$, capisce quindi subito quanto resti importante il "silicon vertex detector".

Devo dire la verità, nessuno si è azzardato a dire: "Selezioniamo un campione di *Higgs* sfruttando il silicon vertex trigger". Questi benedetti *Higgs* sono tanto pochi che, ad un certo punto, si accetta anche di usare un trigger pieno di fondo, pur di non perderli. Cioè, nella ricerca degli *Higgs*, si deve accettare di fare un grosso sforzo di analisi off-line per separare il segnale dal fondo e, a livello di trigger, si deve cercare di perderne il meno possibile. Non sono a conoscenza — credo di non sbagliare — di alcuno che veramente voglia segnalare, voglia isolare, voglia costruire un campione di dati da guardare per cercare l'*Higgs*, imponendo, a livello di trigger, un segnale di *b*; però off-line sì. Le informazioni dettagliate su come è fatto l'evento, su come sono fatte le tracce vicino al punto di nascita, si ricavano usando quei 5 o 6, adesso sono 8 punti — dopo la realizzazione di una estensione, alla quale Giorgio Chiarelli ed altri pisani hanno dato un contributo decisivo — che il tracciatore al silicio ci fornisce.

Tutta questa storia del rivelatore di vertice: il suo utilizzo iniziale come tracciatore, la sua ulteriore implementazione come elemento di trigger, è stato un trionfo interminabile. È chiaro che, pur essendo gli americani molto gelosi del loro ruolo nelle scoperte, un po' di posto ce lo hanno lasciato. La cosa più sgradevole è stata non aver consentito a pubblicare in anticipo i risultati dell'analisi cinematica. Vedremo un po'. Piano piano giustizia sarà fatta... Però poi, successivamente alla scoperta del *top*, io fui nominato "spokesperson" della collaborazione, quindi rappresentai l'esperimento in un momento cruciale; andai in giro in tutto il mondo a raccontare questa scoperta. Poi è stato "spokesperson" Franco Bedeschi e poi ancora Luciano Ristori. Tutti pisani! Peccato però che, secondo alcuni, non si sia giocato un ruolo di rilievo nella fisica del '90. Ok... Eh! Il *top* cosa vuoi che sia? La produzione anomala con $R = 2$ di ADONE è fondamentale! Ma il quark *top*? Qui la fisica cosa c'entra?

Abbiamo molto tempo davanti, quindi immagino che la questione di ADONE sarà rivisitata...

Questa a Fermilab è stata una epopea, ragazzi! Ci sono 10 ore di volo dall'Italia; si doveva andare in un paese di gente assatanata, preparatissima; non è che uno andasse tra i selvaggi a dire: "Io sono italiano!" Dovevi mostrare le tue vere capacità. Tutti ora conoscono i successi di CDF; adesso siamo molto rispettati ed amati dai nostri dirigenti, però non c'è stato uno storico dell'INFN che sia venuto là. Ho pregato tante volte Barbara Gallavotti: "Dai! Vieni! Ma fai delle fotografie...". Le racconto un fatto illuminante. Abbastanza recentemente, quattro o cinque anni fa, per raccontare

la storia del *top* ho chiesto al “media service” di Fermilab di procurarmi una copia del discorso che feci nel '95. Ero “spokesperson”; lo feci in una grande aula del laboratorio piena di gente. Eravamo due “spokepersons”: uno era Bill Charithers, l'altro ero io. Poi c'era Paul Grannis, un mio vecchio collaboratore di Pisa-Stonybrook, che era diventato “spokesperson” di D0. Raccontammo cosa avevamo visto. Paul Grannis disse che loro, per carità, non potevano escludere che avessimo ragione, ma non avevano abbastanza dati per confermare la scoperta! Bene! Lì c'era la stampa e tutto fu registrato. Andai a chiedere copia della mia registrazione. Mi dissero: “Non c'è più” “Perchè? Dov'è?” “Si è rotta la macchina...” Aveva parlato Bill Charithers, poi avevo parlato io e poi Paul Grannis. Alla fine, tutti e tre insieme, abbiamo risposto alle domande. Tutto c'è, tranne il discorso di mezzo, il secondo degli interventi. Si era rotta la macchina... Non c'è più traccia del mio discorso in aula grande; il discorso di uno dei due spokesperson di CDF! Nel momento della evidenza per il *top*! Ma se ci fosse stato l'INFN, lei, ad esempio, la macchina avrebbe funzionato, dico io!

Ma, vede, io sono un battitore libero...

Vede come sono andate le cose? Ma, dico io, se qualcuno fosse venuto dall'Italia, che diamine! Se qualcuno si fosse interessato a noi ed alla nostra storia! Non saremo esseri eccezionali, ma quanto è avvenuto è parte della storia dell'INFN! Le faccio anche notare che, se tutto ciò fosse avvenuto ad ADONE, quanta registrazione! Quanta stampa sarebbe stata presente! Da noi non venne nessuno! Facemmo da soli! Io copiai e tradussi in italiano il comunicato stampa. Va bene... Siamo ancora qui!

Voglio vedere cosa succede adesso che stiamo cercando l'*Higgs*. Può darsi che si veda qualche indizio; è difficile che si possa garantire una scoperta, però ci si sta lavorando, anche adesso, con i miei studenti.

Insomma: i nostri storici potrebbero migliorare e fare un po' di più, sotto vari aspetti. Gli americani curano queste cose perché sono molto molto ricchi; inoltre, per loro, il credito è tutto; se uno non ha un certificato di credito da mostrare fa poca strada.

Sono anche molto duri; io, ad esempio, sono spesso in polemica con loro. Recentemente alcune università hanno organizzato una serie d'incontri sulla storia della fisica delle particelle nel '900; storici e fisici insieme, con testimonianze personali. L'ultimo di questi incontri si chiama “The Rise of the Standard Model”, tutto quello che è emerso dagli anni '60 in poi. In un intervento, Burton Richter ha detto una frase che io ho trovato piuttosto discutibile. Faceva la storia dei colliders ed, ad un certo punto, disse esattamente questo: “In my opinion, ADA was a scientific curiosity”. Perchè? Perchè, anche lì, chi scrive la storia, cerca di individuare il merito di una scoperta nel lavoro svolto principalmente negli Stati Uniti. Quindi, se non scriviamo noi la nostra storia e non rivalutiamo le nostre cose, gli altri avranno buon gioco a scrivere qualcosa di diverso. Io in questo sono ipersensibile; non dico che ne faccia una mia missione personale, ma cerco di fare ricerca sul lavoro e sui contributi della fisica italiana.

Tutto esattamente vero! Naturalmente, se uno si decide a fare ciò, lo deve fare anche meglio degli altri; cioè: deve essere più equo, ricordarsi anche degli altri; perché è inutile,

non si combatte una improprietà essendo impropri dall'altra parte; si combatte una improprietà essendo equi. Se non lo facciamo noi, non lo fanno gli altri. Non dobbiamo dimenticare che, un anno prima di ADONE, c'era stato un collisionatore di elettroni messo in funzione in America; un collisionatore elettrone-elettrone. ADA a Frascati fu invece il primo collisionatore e^+e^- . Poche storie! La bremsstrahlung si vide; che i fasci potessero essere immagazzinati si vide! Quindi, per carità, non facemmo fisica con ADA, è evidente, però si capì che si poteva fare. "Curiosità scientifica?" Sì, perché no? Ma cosa vuol dire ciò? è forse da poco, per curiosità scientifica, studiare la realizzabilità di collisioni e^+e^- ?

Comunque, lì, in quel contesto, la frase suonava male.
Suonava male! La capisco! Ci può essere stata malizia.

Quando uno racconta una storia di cui è parte, bisogna che mantenga un po' di imparzialità.

Per questo io penso che, almeno a livello nazionale, il Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e l'INFN, per la parte che loro compete, dovrebbero preoccuparsi di sostenere i risultati italiani, ma nel modo il più equo possibile, rispettando quanto fatto in America, rispettando quanto fatto al CERN; bisogna piantarla con le monografie troppo chiaramente limitate e che, nel tentativo di valorizzare una sola cosa, sminuiscono le altre, di cui non si parla.

C'è da fare tantissimo, ci sono poche persone che se ne occupano, non ci sono fondi per farlo; questo è il discorso!

Insomma, insomma: il fatto che non sia venuto nessuno a seguire la fisica di CDF è riprovevole; siamo là da 29 anni ed abbiamo fatto cose gigantesche! Siamo gente dell'INFN e siamo conosciuti in America molto più che in Italia; come italiani, non come americani!

Anche la storia delle grandi collaborazioni è, di per sé, avvincente ed andrebbe seguita e studiata.

Le può interessare sapere cosa successe dopo la scoperta del *top*. Si unirono a noi vari gruppi italiani. Per primo mi sembra che entrasse il gruppo di Bologna; poi si aggiunsero quelli di Padova, Roma, Trieste ed Udine. Comunque: adesso siamo davvero una bella collaborazione!

Quindi, in termini numerici?

Abbiamo avuto un massimo di persone nel '90. All'inizio del run 2, quello cominciato nel 2001, il gruppo era molto più forte. Ciò che sta succedendo adesso è che un certo numero di nostri collaboratori si dirige verso il CERN ed il personale della collaborazione si sta riducendo. Il gruppo di Pisa rimane, grosso modo, costante, grazie all'ingresso di giovani. È certamente strano — forse un frutto del nostro modo di lavorare — che un insieme di persone, come: Franco Bedeschi, Giorgio Chiarelli, Aldo Menzione, Giovanni

Punzi, Luciano Ristori, dei veri “leaders”, siano tutti ancora lì. Qualcuno ha indicato un certo interesse futuro per altre macchine o per altri esperimenti; però sono, di fatto, a lavorare a pieno tempo su CDF, allevando degli studenti. Io stesso, che sono assai adulto... , ho adesso degli studenti, uno di dottorato ed uno di laurea; forse un altro in arrivo; non sono pochi! Ed inoltre tutti gli anziani che restano. Se uno va in giro a Fermilab trova un nugolo di giovani italiani, in gran parte di Pisa, ma anche dagli altri gruppi del nostro paese. Alcuni dopo vanno al CERN, però i loro giovani li hanno mandati. La collaborazione è ancora molto giovane e, almeno nel settore di Pisa, anche numericamente in crescita. Globalmente la collaborazione è, anche adesso, molto forte e concentrata sul prendere bene i dati; la macchina funziona molto bene. Speriamo che non si rompa, perché, sa, dopo decine di anni, anche la strumentazione, in particolare gli alimentatori di alta tensione, si rompono. Non i magneti, non la macchina, ma proprio le infrastrutture esterne che servono per far funzionare il tutto: il vuoto, la criogenia, le alimentazioni, le linee elettriche. Comunque, per ora, sta andando ancora abbastanza bene: la macchina batte dei record continuamente, l'esperimento resiste assai bene.

Vedremo! Si parla di resistere fino alla fine dell'anno prossimo; qualcuno sostiene che potremmo continuare fino alla fine del 2011. Allora però LHC sarà in presa dati e quando comincerà a presentare dati, diciamo, “certificati scientificamente”, si riconoscerà che è una macchina più potente della nostra; ha cinque o sei volte la nostra energia, sicché, ad un certo punto, forse non varrà più la pena di continuare con il nostro collider. Ora come ora, siamo in una presa dati quasi interminabile ed analizzando dati di ogni genere. È stata una vicenda scientifica molto fortunata, molto fortunata!

Quando sono venuto a Fermilab, all'inizio dell'80, c'era a disposizione questo 15° piano, con tutti questi tavoli da disegno bianchi, me li ricordo ancora: sa, i tavoli su un trespolo, coperti di carta. Si discusse e si litigò su come veramente utilizzare il nuovo Tevatron, che, a quel tempo, andava a 800 GeV; si aggiungeva, come un post-acceleratore, alla macchina calda, che arrivava a 400, forse 450 GeV. Si disse: “Queste sono due macchine, facciamone un collisionatore protone-protone asimmetrico, 450 contro 800 GeV; funziona, non c'è la complicazione di dover fare, accumulare, trasferire e poi accelerare gli antiprotoni. Noi però eravamo fieramente avversi a fare un protone-protone asimmetrico; non aveva prestigio, era un troiaio, il rivelatore era tutto bitorzolo, non si poteva proprio scegliere quella strada!

Alla fine si decise che si giocava il tutto per tutto su un collisionatore protone-antiprotone secondo il seguente schema: il preacceleratore iniettava i protoni, poi produceva gli anti-protoni e infine li iniettava. Si faceva quindi un collisionatore del tipo per UA1, o UA2. Il tutto ha funzionato molto bene. Ma, certamente, quando ancora adesso, io ascolto la descrizione dei problemi che ci sono stati, quali siano state le ragioni per cui si è perso del tempo, perché la macchina sia stata ferma un giorno... Ne sono successe di tutti i colori: c'è il linac che perde una cavità, c'è il booster che è vecchio, c'è il trasferimento degli antiprotoni da un accumulatore ad un post-accumulatore... — perché oggi c'è anche un post-accumulatore per aumentare le correnti di antiprotoni che si possono accumulare; è una macchina abbastanza solida, ma è pur sempre una macchina in più —, poi da quello si fa il trasferimento al Tevatron dove si accelera; guar-

di: è una catena interminabile! Tanto è vero che, malgrado il successo sia del Tevatron collider, che, precedentemente, dell'SPS, che sono stati collisionatori protone-antiprotone — Di Lella, Rubbia; la scoperta del W — adesso si è deciso di costruire un collisionatore protone-protone; LHC è un protone-protone.

Tutto considerato, si è visto che la fisica fondamentale, la fisica a corta distanza delle interazioni più importanti, quelle rare, è la stessa sia che uno parta da un protone contro un protone, come da un protone contro un antiprotone. A quel tempo, sa, si pensava ancora che uno stato iniziale con i numeri quantici zero aiutasse la totale trasformazione di materia-antimateria in energia. Da studi fatti agli ISR, si vide però che le sezioni d'urto, quelle più facilmente misurabili, diventavano tutte molto, molto simili. Si capì che per studiare i fenomeni di altissima energia, si può benissimo partire da un protone-protone, senza preoccupazioni; non è come per e^+e^- ; è tutto un altro discorso, tutto un altro discorso! Ma, al tempo delle nostre scelte, le macchine e^+e^- erano talmente gloriose che, prima di rinunciare ad un protone-antiprotone, ci si pensava a lungo.

Le do un esempio delle difficoltà che si possono avere durante le misure a Fermilab. Una settimana fa è arrivato un fulmine che ci ha fatto saltare l'esperimento; è saltato il magnete superconduttore di CDF, è saltata l'elettronica ed è saltato il trigger. Ci sono volute quindici ore per ripartire ed anche l'acceleratore ha avuto i suoi problemi. I fulmini ci hanno messo più volte nelle grane, non è uno scherzo, in primavera succede spesso. In conclusione: adesso va tutto molto bene, facciamo la fisica del b , cerchiamo fenomeni nuovi — la fisica al di là del Modello Standard, come si dice adesso. Non abbiamo trovato ancora niente. C'è inoltre un grosso sforzo per vedere se si riesce ad individuare il bosone di *Higgs* di cui tutti parlano. Siamo arrivati a una sensibilità che, a seconda della massa del bosone, può essere prossima a quella necessaria per vedere se c'è. È infatti in una zona molto "satanica", perché le misure più facili anche per noi, per quanto la nostra energia sia bassa, sono le stesse che sono più facili ad LHC. Ad LHC la regione di massa preferita è fra i 250 ed i 300 GeV, con l'*Higgs* che si disintegra in $2 Z^0$ o in W^+W^- con eventi che risultano pulitissimi: soltanto bosoni intermedi e leptoni isolati; fantastico! Noi quegli *Higgs* lì, di massa così alta, non li possiamo produrre. Tuttavia, se l'*Higgs* avesse 150, 170 GeV di massa — un po' sotto la massa necessaria per decadere in due Z^0 o due W — esisterebbe la possibilità per il bosone di *Higgs* di decadere virtualmente in due W . Il canale, quindi, in cui conviene cercarlo è uno stato finale con quattro leptoni carichi, o, meglio ancora, due neutrini e due elettroni — insomma: due W . È un canale importante anche per noi, anzi è il migliore. La selezione degli eventi, anche se se ne attendono pochi, è molto più facile che con un *Higgs* leggero; quest'ultimo verrebbe prodotto più abbondantemente, però decade in due getti adronici; tutti i gatti sono bigi, tutti i getti sono uguali... non si riesce a misurarli bene, si sbaglia tutto, i secondari vanno da tutte le parti. Insomma: la spettroscopia sui getti adronici è dura!

Tutti noi pensiamo che l'*Higgs* sia probabile anche sui 120, 130 GeV di massa e non solo a 150, 170 GeV. Cerchiamo quindi tutto quello che c'è da cercare. Il Tevatron consente di produrre un *Higgs* a partire dai 115 GeV — che era il limite di LEP ; a 150, 180 GeV tutto è più difficile, perché ad alte masse si hanno sempre meno eventi. Malgrado ciò, per ogni canale che selezioniamo, possiamo stabilire un

limite superiore per la sezione d'urto. Ebbene, siamo arrivati a 160, 165 GeV di massa, a dire, con il 95% di probabilità, che non si può produrre l'*Higgs* con la sezione d'urto prevista dal Modello Standard. Stiamo andando avanti a prendere dati. Si può prevedere che, se continua così e se non troviamo niente, potremmo escludere un *Higgs* anche di 170, 180 GeV di massa. 180 GeV sono due volte la massa dello Z^0 e questo canale di decadimento diviene il migliore per LHC; se l'*Higgs* non c'è a queste masse, anche LHC dovrà cercarlo a massa più bassa ed allora sono gatti bigi per tutti!

Quindi sono tutti un po' sulla corda adesso...

Sì, sì, siamo e sono molto tesi. Io, devo dire che, per quel che riguarda la fisica, non sento la competizione; sento l'interesse di andare a cercare un oggetto che risulta così fondamentale per il Modello Standard. Questa ricerca sviluppa l'intelligenza, migliora il proprio modo di fare le cose, si cerca di progredire in qualche modo. Risulta quindi abbastanza interessante: se migliori un po' questo, se migliori un po' quello, se ti viene l'idea di andare a cercare in un angolo dove prima non guardavi... Tutto questo è stimolante.

Io passo, in media, sette mesi all'anno in America; il resto del tempo sto a Pisa. A Fermilab ho il gruppo, ho riunioni continue, una pioggia di articoli di fisica da guardare o da scrivere. Poi, personalmente, cerco di seguire due o tre studenti. Abbiamo un gruppetto che ora, anche lui, ricerca l'*Higgs*. Precedentemente abbiamo studiato il *top*. E la vita continua lungo questi binari, come se dovesse proseguire uniforme anno dopo anno; cosa improbabile naturalmente.

Mi viene da pensare che il protone-antiprotone iniziale, quello da lei visto precedentemente nelle lastre, sia ancora un tema che guida la sua ricerca.

Mi sono assai divertito a studiare quegli antiprotoni che arrivavano nelle lastre nucleari, poi si fermavano e creavano una "stella" osservabile al microscopio. Uno matura un'intuizione di questi eventi. Successivamente, lavorando con Cocconi che mi faceva vedere i suoi dati sui raggi cosmici, ho maturato un'intuizione di questi sciami di particelle; se uno, con un po' di fatica, si porta nel centro di massa, riesce a visualizzare lo spazio delle fasi in cui sono distribuiti i secondari. Sì è vero! È un po' come dire che siamo figli della nostra storia; i nostri ragionamenti sono spesso basati su delle intuizioni e visioni ormai consolidate ed utili, non c'è dubbio. Poi dipende molto dalle persone. Io è giocoforza che mi serva della fantasia e della intuizione perché sono strumenti che in me funzionano meglio; altri si servono di strumenti matematici più forti. Andiamo avanti a studiare gli *Higgs*. Sicché se, tra un anno o due, avremo visto qualcosa, glielo farò sapere, glielo potrò raccontare.

La cosa più bella è che l'esperimento va bene e che il gruppo di Pisa è pieno di giovani. Tanti ormai non li conosco più, perché non ho più responsabilità di prima linea; sono utile, se mi chiedono qualcosa sono sempre a disposizione, però non dirigo alcuna attività del gruppo. Vengono dentro tanti ragazzi che si laureano su questo o su quello; io li conosco a malapena; saranno una trentina e sono divisi in vari filoni d'attività.

Naturalmente conosco bene quei tre o quattro che lavorano con me, gli altri li ho solo visti; ogni tanto compare un viso nuovo.

Questa attività, come ricordava prima, vi ha portato ad allevare delle nuove leve.

Uno strumento che è servito moltissimo per mantenere questo flusso di giovani che vengono a fare la tesi con noi — poi qualcuno resta ancora per il dottorato ed oltre —, è stata un’iniziativa che presi tanti anni fa, non so dire quanti, forse 25. Fu quella di offrire a dei giovani studenti degli ultimi anni del corso di laurea, degli “stage” estivi, inizialmente di tre mesi — ora sono di due mesi — per mostrare come funzionava un laboratorio ed un esperimento; in questo caso un laboratorio americano, un esperimento al collider.

Finanziariamente furono applicati i più incredibili “escamotage” per reperire dei fondi; adesso questo programma di studenti estivi a Fermilab si svolge in base ad un accordo di scambio tra l’INFN ed il DOE, il dipartimento dell’energia americano, per cui l’INFN mette a disposizione dei fondi che permettono a dei giovani americani di lavorare nelle sue strutture per qualche mese durante l’estate, e viceversa per gli italiani. È stato anche reperito un fondo per i ragazzi che andavano a SLAC a lavorare con BaBar; ora la presa dati di BaBar e SLAC hanno chiuso. I gruppi italiani hanno a disposizione ogni anno un fondo per Fermilab. Anche gli americani ci aiutano; un po’ facciamo anche noi dei risparmi. L’anno passato avevamo 14 studenti che venivano dalle nostre università. Questo anno ci stiamo grattando il capo perché i candidati sono tantissimi; c’è qualcuno che ha saputo di questo programma e che viene da Torino, ma noi non abbiamo fondi previsti per Torino... C’è qualcuno che sta facendo il dottorato in Norvegia e che vuole venire a passare due mesi a Fermilab; ci sono degli ingegneri del Politecnico di Milano che vorrebbero venire. Noi avevamo cercato solo dei fisici dei gruppi di Bologna, Padova, Pisa, Roma: i nostri allievi. Proprio adesso sono qui a cercare di trovare degli altri soldi per accrescere le nostre possibilità e poterne accettare di più. Nel complesso questa è stata veramente una mossa vincente! All’inizio mi ricordo che ero indispettito, perché cosa succedeva? Il CERN, da sempre, dà delle borse di questo genere a dei giovani che, vicini alla laurea, vogliono venire a conoscere il CERN; gli offre dei contrattini — anche quelli erano di tre mesi — pagandogli il viaggio ed una diaria del tutto decente. Mi pare che, anche adesso, ci siano sui 120 studenti estivi da tutta Europa che vanno al CERN. Ce ne erano molti anche dall’Italia ed io venivo a sapere che i nostri giovani brillanti, negli ultimi anni del corso di laurea, richiedevano di fare gli studenti estivi al CERN. Ma se le cose stavano così, noi eravamo in difficoltà e non avevamo alcun modo di attirare studenti; dovevamo assolutamente fare qualcosa di paragonabile! Quindi inventai un tipo di contratto, compatibile con le regole amministrative del laboratorio, che potesse offrire ad un certo numero di studenti — non so a quanti, a seconda dei fondi disponibili —, degli “stage” estivi a Fermilab, del tutto analoghi a quelli offerti dal CERN. Ci sono stati dei problemi perché gli americani non possono pagare il viaggio; si deve quindi compensare trovando un modo di alloggiarli gratis. Poi c’è da risolvere il problema dei visti. I primi che vennero, circa 25 anni fa, mi pare fossero 4 o 5, ora sono 14; ci sono stati anni in cui erano 18, anni in cui erano 12, a seconda della disponibilità

economica, oppure del numero di richieste. Adesso siamo sepolti dalle richieste; non ce ne siano 500, però si hanno almeno 30 richieste per una dozzina di posti disponibili. Ci sono anche le domande di persone che non vengono dalle università partecipanti alla collaborazione; e in questo si pone un problema; sarebbe bellissimo accettare tutti, ma non si sa sempre come fare!

È una bella opportunità e chiaramente piacerebbe concederla a tutti i richiedenti.

D'altro canto è etico, dal punto di vista di un italiano che ha fatto il professore universitario, offrire delle possibilità agli studenti italiani; che differenza c'è tra uno studente del Politecnico di Milano o uno di Pisa? Sono uguali, se li posso aiutare sono contento! Si consideri anche il punto di vista degli americani: "Gli studenti vengono ad interessarsi del nostro laboratorio". Però: c'è qualcuno che li deve seguire, bisogna trovare i soldi, bisogna fare il loro supervisore, bisogna garantire a questi ragazzi un programma di lavoro serio, bisogna spiegare alla loro università cosa verranno a fare. Comunque, questa è una delle cose che ha contribuito enormemente a ringiovanire periodicamente il gruppo italiano.

Che non è cosa da poco...

Capirà, capirà! Due anni fa, per esempio, ho avuto tre studenti; mi hanno massacrato, perché seguire tre laureandi è una cosa seria e faticosa.

Un'altra cosa che ho fatto, che è bella, e che non so bene come tenere in piedi, è che, mi pare nel '94, mi venne in mente di creare una associazione culturale "no-profit" — ancora esistente ed ospitata nei laboratori in base a una gentile concessione del direttore. Si chiama: "*Cultural Association of Italians at Fermilab*", CAIF, la quale iniziò nel '94 e portò poi avanti varie attività: concerti, eventi culturali, esposizioni di documenti antichi, esposizioni di quadri. Negli ultimi tempi siamo stati anche aiutati dall'Istituto di Cultura di Chicago, che ha potuto offrire degli eventi che per noi risulterebbe troppo costoso organizzare da zero. Ad esempio, se un cantante di gran classe viene ospitato dall'Istituto di Cultura di Chicago, io posso venirlo a sapere e, dandogli qualcosa di più, cerco di convincerlo a venire a cantare una volta a Fermilab. Questa è stata una bella cosa; difficile da organizzare, devo dire. Poi consideri che gli studenti estivi sono la nostra vita e quindi una nostra priorità; difendere la cultura italiana, per carità, è una cosa a cui tengo moltissimo! Mia figlia è, fra l'altro, una musicista! Però sono tante le cose da fare e più ci si allontana dal filone principale e più uno è costretto a scegliere delle priorità. Periodicamente abbiamo degli eventi che sponsorizziamo a Fermilab nel nome dell'Italia. Uno prossimo dovrebbe essere in settembre: un collega che viene a parlare della storia di Galileo Galilei; va in città e poi viene anche da noi nel nome della CAIF. Abbiamo avuto un altro bell'esempio: il trio "La Scala" un trio di musica da camera, due violini e una viola, di una qualità eccezionale. È durissimo esaminare le opportunità, concretizzarle, trovare i denari; è anche necessario, per dare senso al tutto, fare opera di informazione, divulgazione e pubblicità; perché, sa, se uno presenta un cantante folk vengono in tanti, ma se uno offre un trio di musica da camera, deve spiegare ed essere convincente. In alcuni casi siamo riusciti a raccogliere 150, 200 persone, quando gli eventi più semplici

che riguardano il folk americano ne raccolgono 500. L'attività del CAIF è una cosa che va benissimo e continuerà in qualche maniera, ma non si svolge con continuità. C'è stata una serie di iniziative isolate: quando trovo un attimo di tempo, se qualcuno mi aiuta, quando vengo a sapere di qualche cosa, cerco di organizzare un evento. In realtà andrebbe fatto più sistematicamente perché, ad esempio, si deve prenotare l'auditorium. Fermilab ha, fin dalla sua nascita, un'importante attività culturale e mette a punto un programma stabilito con un anno d'anticipo, utilizzando i giorni più normali come il sabato sera. Quindi, se uno vuole inserirsi, deve stare un po' lontano dai loro eventi; possibilmente non utilizzare un mercoledì sera e nemmeno la domenica; non viene nessuno la domenica.

Andrebbe tutto programmato in anticipo e io la forza di fare questo non ce l'ho; ma, in qualche maniera, una volta o due all'anno, riusciamo ancora a fare qualcosa di valido. Speriamo che ci sia qualcuno che porti avanti questa iniziativa; bisogna trovare qualcuno fra i fisici che abbia questo estro: amante della musica, amante della cultura storica, della storia della scienza. Questo intervento di uno storico su Galileo è stato fatto per iniziativa di un mio collega, Luca Introzzi di Pavia, che s'interessa di queste cose. Io non c'entro per niente, ho solo agito da tramite.

Le intenzioni del CAIF erano e sono del tutto degne! Era anche il tentativo di aiutare i nostri scienziati e le loro famiglie a inserirsi meglio nella comunità americana. In occasione di questi eventi molti italiani sono presenti, ci sono anche gli americani e fanno amicizia; come succede, se vuole, in piscina: le mamme che hanno bambini piccoli conoscono altre mamme, così invece gli adulti si trovano insieme a ascoltare la musica italiana. C'era in realtà un'ambizione anche maggiore: quella di creare un collegamento con gli oriundi della nostra comunità italiana — c'è la "Little Italy" a Chicago — , con la quale mi misi in contatto. Avevano una piccola radio; andai a parlare con loro; cercai di farli venire per convincerli che l'Italia non è solo quella degli spaghetti e del "core mio"; l'Italia è diventata un Paese moderno, accidenti! Spiegare quale sia stata l'evoluzione del Paese; hanno una visione dell'Italia che è quella di quando sono partiti loro o addirittura i loro padri. "Insomma venite; guardate che ci sono cose bellissime; la cultura si è rinnovata" perché, poverini, sono molto orgogliosi del loro sole e del loro Paese. Sfortunatamente sono lontani, bisogna usare l'auto, non hanno la preparazione culturale adeguata per venire ad apprezzare certe cose dell'Italia di oggi; insomma: qualche problema c'è. Però, per lo meno, c'è la speranza di incentivare l'interesse per l'Italia della popolazione mediamente colta dell'area del Middle West di Chicago, quello sì. Per cui abbiamo un certo numero, un centinaio, di partecipanti; non sono di regola oriundi italiani, che sono quelli che avrei veramente a cuore. Gli italiani che sono là si sono fatti valere e si ricordano dell'Italia. Ne hanno un ricordo molto confuso; vorrei far loro capire che il Paese è diventato un Paese moderno, che c'è davvero una cultura importante, non seconda a nessun'altra. Ma, lo devo dire, di italiani oriundi ce ne sono proprio pochi. Viceversa resta il fatto che gli americani della zona vengono ad ascoltare la musica italiana, non c'è dubbio. Molto, molto carino è stato il direttore; molto carino il gruppo di direzione della "Art Series" per cui, per carità, io non gli chiedo mai di cancellare un loro evento, ma di aggiungerne, se possibile, uno mio! Chiedo il loro aiuto; quando c'è da organizzare qualcosa, uso il loro staff per prendere le prenotazioni, vendere i biglietti, preparare la sala; mi aiutano molto.

Pensi a cosa vuol dire organizzare un teatro con tutte le attrezzature moderne, con la possibilità di registrare — spesso chiedo la registrazione, per conservare una traccia di queste iniziative — , un teatro da 850 persone con i suoi parcheggi esterni. Tutto questo me lo danno gratis!

Ma al solito: venga, venga su anche lei! Passi un anno a Fermilab e venga ad occuparsi di queste cose. Sarebbe bellissimo che ci fosse un po' più di gusto per tutto ciò e delle forze umane un pochino più abbondanti, per insistere su questo programma ed arricchirlo. Vedremo un po', perché, sa, poi anche io... Sto ancora bene, però non ha senso andare oltre un certo limite. Sono certo che, quando io mi toglierò di mezzo, il programma di studi estivi continuerà nel laboratorio; se le sue macchine avranno un futuro, continuerà; io non sono necessario; il programma è troppo importante, è troppo stabile, è ormai consolidato. Ah! Un'altra cosa che è consolidata è la "Festa Italiana" perché non mi sono mancate le iniziative! Deve sapere che, una volta all'anno, ci sono due giorni in cui si tiene l'*"Annual Fermilab Users Meeting"*. C'è un incontro in cui tutti gli utilizzatori, gli americani naturalmente, ma tutti, anche noi quindi, si riuniscono a Fermilab. Il primo giorno si assegnano premi, poi c'è qualche celebrazione; si esamina lo stato del laboratorio, lo stato della ricerca in America; viene qualche personaggio da Washington e qualche altra persona importante. Viene fatto un rapporto generale sull'andamento della ricerca e una sintesi dell'attività e della situazione politico-scientifica del laboratorio. La sera del primo giorno c'è la solita mangiata di ali secche di pollo, di hamburger e salsicciotti che loro fanno sempre — il loro cibo, guardi, è una cosa orribile! — Allora io ho pensato di inserirci una festa italiana. Devo dire che, originariamente, è nata indipendentemente da questo "Annual Users Meeting". Da qualche anno è correlata. Alla base la solita idea: come facciamo a farci conoscere bene da questi americani? Allora organizzai, una volta all'anno, la così detta "Festa Italiana" in cui prendiamo in uso la grossa "barn" di Fermilab, del villaggio insomma e in qualche modo offriamo un po' di cibo italiano. I primi anni c'erano alcune signore che facevano le lasagne in casa, i dolci fatti in casa, il tiramisù, queste cose caratteristiche! I vini italiani li andavo a cercare da tutte le parti. Poi c'erano esposizione di disegni, di quadri; un tentativo di fare delle "auctions", delle pesche di beneficenza, per fare qualche soldo, perché queste cose costano! In qualche maniera, ha avuto un certo successo; adesso è abbastanza stabile, si è pensato quindi di spostarla e farla in una sera in cui ci siano molte persone. La sera più indicata è la prima sera in mezzo ai due giorni dell'incontro annuale di tutti gli utilizzatori; allora, negli ultimi anni, con un contributo piccolino, devo dire, ma decisivo, del laboratorio, noi organizziamo questa festa italiana, dopo le varie cerimonie. Ci dobbiamo stringere un po' perché le cerimonie includono addirittura dei discorsi di grandi politici, magari alle otto di sera; dopo c'è la cena, ma, alle nove e mezza, la gente scappa dai loro salsicciotti e viene nella "barn" dove noi diamo polpette, pasticceria di ogni genere, vino italiano, musica italiana. Abbiamo messo da parte tutta una serie di CD e DVD con tante visioni dell'Italia. Due anni fa, era l'anno di Enrico Fermi, misi anche due "displays"; in uno c'era un ricordo di Enrico Fermi, che ebbi da Roma, mi pare, e nell'altro c'era una sequenza di visioni italiane. Per cui si vedeva la torre di Pisa, il Colosseo, le gondole, tante bellissime cose... , dei quadri, la Pietà e così via. E quindi, in questa grossissima

sala, una “barn” americana appunto, quelle che servivano per i fienili, la gente viene e si abbuffa di cose che sono straordinariamente superiori alle loro! È come se non avessero mai mangiato! Grande battaglia per la grappa; la grappa, non so perché, in America è considerata preziosa, una piccola bottiglietta costa 40 dollari. Non si può! Allora si tratta. Uno non può comprare il vino da sé, deve comprare il vino attraverso i fornitori ufficiali di Fermilab; ma la grappa no! È una questione morale! Noi diamo cibo, diamo pasticcini in abbondanza, diamo tanto vino italiano bianco e rosso; c'è naturalmente anche la birra, che non è italiana in quel caso, e la grappa, che è una questione che tratto io personalmente, in una qualche maniera opportuna, insomma!

Quindi queste sono le cose che accadono; la festa italiana c'è ogni anno, c'è stata fino ad adesso e stiamo cercando di trovare degli altri ragazzi che continuino ad organizzarla; c'è un paio di ragazzi giovani che hanno detto che erediterebbero volentieri la funzione di “leadership” ed il controllo della gestione di questa festa. Vediamo se lo fanno quest'anno, perché voglio gradualmente passare il testimone, come è già successo per il programma degli studenti estivi e come appare opportuno per la festa italiana. Molto più difficile è trovare chi accetti l'eredità della Associazione Culturale; questa è più difficile da gestire, perché? Perché obiettivamente lo è! È però ancora in vita, vedremo... Negli anni ho fatto amicizia con qualche cantante di musica operistica, che, quando viene a Chicago, si rende disponibile. Abbiamo fatto delle belle cose! Le vedono soltanto perché le facciamo noi; è vero che ne facciamo poche, ma certe cose a Fermilab le vedono solo perché le facciamo noi italiani!

Queste attività, che in qualche modo promuovono la cultura italiana, sembrano concludere il discorso su questa esperienza americana.

Quello che io spero è che ci sia una evoluzione oltre questo grande laboratorio. Dal punto di vista della strategia del nostro mondo, si spera che si possano tenere insieme tre poli oltre a quello americano, uno al CERN, uno fortissimo in Giappone ed almeno uno nell'Est. Poi, sa, c'è la Corea che piglia da tutte le parti, la Cina che vuole la sua macchina; crescono: facciano quello che vogliono. L'America ha chiuso tutte le attività di alta energia di tutti i suoi laboratori tranne che a Fermilab e dice: Fermilab sarà l'unico nostro, ma uno lo vogliamo per fare fisica delle particelle. Naturalmente, per farlo, si devono fare delle cose di avanguardia; per ora sono all'avanguardia col Tevatron; quando LHC funzionerà il Tevatron chiuderà e non sarà così banale. Quindi, si tratta di vedere che genere d'investimento possano fare, se trovano spazio. Si è parlato a lungo, qualche anno fa, di fare un collisionatore lineare di elettroni e positroni — ognuno dice la sua, ognuno lo vuole nel suo continente — però gli americani dicevano di volerlo fare a Fermilab. Si vedrà, perché questo collisionatore costa 10-20 miliardi di dollari netti; in realtà poi quanti saranno? Non ci vuole niente che costi 20 miliardi! Sono tanti soldi! Siccome per raggiungere un'energia alta si deve fare un acceleratore lunghissimo, diviene un problemonone! Si fa fatica ad arrivare a quattro o cinque volte l'energia di LEP2; LEP2 fece 200 GeV; arrivare a 1000 GeV, arrivare a 1 TeV è dura. Quindi è una macchina che ha una energia limitata, mentre si vorrebbe esplorare un campo di energia molto più grande della macchina precedente. Una macchina che faccia il triplo di LEP2

sembrerebbe essere ragionevole. Salvo che si è chiarito il mondo dell'energia sotto il TeV e sembra che la nuova fisica, se c'è, sia tutta ad energie dell'ordine dei TeV. Per decidere sul come proseguire si aspetta a vedere se si hanno degli indizi più chiari, per esempio: si trova l'*Higgs* ad LHC, si trovano fenomeni nuovi, qualitativamente nuovi. Però potrebbe anche succedere che, nell'arco di tre anni da oggi, quando noi saremo ancora a Fermilab almeno come gruppo analizzatore di dati — forse il Tevatron sarà stato chiuso — si capisca che sì, la macchina e^+e^- si può anche fare e l'America la vuole. Se l'America la vuole, tutti litigheranno e poi si farà in America!

Nel qual caso, questo gigantesco fiorire di attività italiana — 100 fisici, a un certo punto, negli ultimi 30 anni, partendo da quei 2 o 3 che erano sparsi nei vari gruppi quando andai io nell'80 — non sarà andato a zero, avrà certo avuto una flessione, ma poi riprenderà. È chiaro che se ci sarà la nuova macchina, la tradizione degli italiani continuerà, non c'è alcun dubbio! Ma non siamo ancora sicuri che la macchina si farà. Gli esperimenti che si possono fare, in assenza di una nuova grande macchina, per carità, sono importanti, ma sono sempre esperimenti di alta precisione, dei gioielli di raffinatezza, o esperimenti sui neutrini che si fanno anche al Gran Sasso, che si fanno anche in Giappone. È difficile pensare che noi resteremo tanto numerosi, tanto entusiasti o tanto giovani, se non c'è una nuova macchina. Ma non è escluso che ci possa essere ed allora — non so bene, a questo punto, se io sarò ancora lì — la tradizione continuerà molto spontaneamente, dal Tevatron collider alla nuova macchina; è del tutto sicuro! Speriamo che, tra dieci anni, con un po' di fortuna, le possa raccontare tutto ciò. Siamo negli ultimi anni di raccolta dati con un sacco di statistica; tutti sono impegnatissimi a vedere se si trova questo *Higgs*; ogni tanto vengono fatte delle misure importanti, come la scoperta dei processi in cui il *top* viene prodotto per via elettrodebole, da solo insomma. Non sono gli *Higgs*, ma sono sempre dei pezzi di bravura e sono sempre significativi.

Scoperte rivoluzionarie non le abbiamo ancora fatte. La scoperta del *top* è stata una cosa importante, ma, se ci pensa bene, il *top* è stata una grossissima scoperta perché è stato orrendamente difficile trovarlo; una massa mostruosa che decade in sei corpi, di cui almeno quattro sono getti adronici. Ahimè! Non ci si arriva facilmente, è un difficilissimo trovarlo!

Però alla fine, nei libri, resterà soltanto l'espressione dello stupore per una massa così grande. Questa massa è sicuramente di origine dinamica, ma è strano che una particella puntiforme risulti così difficile da smuovere. Se uno la vuole creare, la deve creare facendo uno sforzo simile a quello necessario a smuovere un camion!

Al di là di tutto questo, stiamo evidentemente studiando molte delle proprietà del *top*, per esempio: se davvero ha carica $2/3$. Ci si metterà un po' di tempo, ma sembra di sì. Stiamo studiando se le distribuzioni angolari alla produzione corrispondano allo spin che deve avere ed al meccanismo di produzione del quale abbiamo già parlato. Insomma: tutto sembra tornare! Ovviamente stiamo studiando se davvero decada sempre in Wb ; si devono studiare i parametri, lo spin, la massa, la carica e poi che le proprietà di interazione siano quelle previste dal Modello Standard. Cerchiamo di vedere se la sezione d'urto sia, grosso modo, quella prevista, se le distribuzioni angolari siano quelle previste. Si possono misurare meglio i rapporti di decadimento; quando al CERN si studiava lo

Z^0 si andò a vedere se la sua larghezza fosse proprio quella prevista per soli tre neutrini. Così stiamo facendo noi e controlliamo che tutti i modi di decadimento del *top* siano nei rapporti giusti. Sono cose importanti che andranno nei libri, tuttavia sono cose che non fanno altro che consolidare il Modello Standard. Quindi la grande scoperta non si vede ancora e devo dire la verità: è estremamente improbabile che venga fatta a Fermilab. Se uno fosse in procinto di fare una grossa scoperta che cambia tutto, dovrebbe avere degli indizi già da ora. Abbiamo degli indizi, ma sono tutti un po' inconsistenti e con grosse fluttuazioni. Alla fin fine, la cosa grossa che potremmo ancora fare è di dare indicazioni che davvero l'*Higgs* esista e che abbia una certa massa; quindi: non soltanto escludere certe masse.

Questa è una cosa, per carità, importantissima, ma siamo sempre lì, all'interno del Modello Standard. È vero che è una sua estensione. L'accoppiamento che dà le masse a questi bosoni ed a questi quarks è una maniera in più di completare il Modello Standard; è una certificazione di un nuovo settore del Modello Standard.

Il *top*, dicevo prima, era una cosa naturalissima del Modello Standard: tutti i quarks formano coppie e decadono gli uni negli altri, proprio come fossero dei doppietti; insomma: scoperto il *beauty* era ipotizzabile il *top*. Devo dire che è stato importantissimo fare questo enorme sforzo e pezzo di bravura per inchiodarlo, però, era ovvio che ci doveva essere l'ultimo quark, capisce? In un certo senso, per me, l'eventuale scoperta dell'*Higgs* è ancora più importante del *top*, perché avremmo capito che davvero la rottura delle simmetrie avviene in quel modo; lo abbiamo ipotizzato da 20 anni! Sarebbe ora interessante se si scoprisse qualche indizio di una nuova dinamica; si parla di centomila cose — su cui non la voglio annoiare — ma, in realtà, non c'è alcuna evidenza sperimentale! Una scoperta rivoluzionaria, come appunto una nuova dinamica, sta nelle mani di LHC. Dopo ciò, può darsi che Fermilab riviva con un nuovo investimento.

Io non so che altro dirle adesso! Ora questa signora gentile dovrà trascrivere tutto questo; io ci lavorerò per ripulirlo, completare i nomi, vedere se ci sono date sbagliate, ma penso che il testo debba rimanere intatto: la trascrizione di una conversazione in libertà.