

Erseo Polacco(*)

Summary. — Erseo Polacco è nato a Brindisi nel 1929. Dopo i primi studi svolti a Brindisi e a Catanzaro nel periodo bellico, concorre e vince nel 1948 il concorso per la Scuola Normale Superiore. Si laurea in Fisica nel 1952 con una tesi di spettroscopia a microonde seguita da Adriano Gozzini. È un periodo nel quale è fortemente impegnato politicamente. Sono anche gli anni di un notevole rilancio della fisica a Pisa a seguito della presenza di Adriano Gozzini e Giorgio Salvini. Continua la sperimentazione con le microonde studiando l'effetto Cotton-Mouton, un tema che si ripresenta nel corso degli anni. Studia effetti di fisica non lineare mediante l'assorbimento di due fotoni delle microonde. Passa un periodo in Francia all'Istituto Henri Poincaré esistendo da tempo rapporti di collaborazione fra Adriano Gozzini ed Alfred Kastler. Successivamente passa un periodo in Inghilterra occupandosi di transizioni a due fotoni con laser di potenza a rubino. Tali esperienze proseguono nei primi anni '60 dopo il suo rientro in Italia. Inizia una collaborazione con Mimmo Zavattini e Gabriele Torelli utilizzando fasci di muoni per lo studio della struttura iperfina degli atomi mesici, la spettroscopia di emissione e lo studio del Lamb Shift dell'idrogeno muonico. Passa per questo un periodo al CERN dal 1974. Nei primi anni '80 si occupa con Vincenzo Cavasinni ed Enrico Iacopini di una verifica del principio di equivalenza e dello studio della cosiddetta "quinta forza" usando metodi di interferometria ottica. Ritorna a collaborare nei primi anni '90 con Mimmo Zavattini iniziando un lungo impegno nell'esperimento PVLAS nel tentativo di evidenziare effetti di birifrangenza del vuoto; PVLAS è installato da tempo nei Laboratori Nazionali di Legnaro e le misure di questo difficile esperimento sono tuttora in corso. Recentemente è tornato ad occuparsi del principio di equivalenza, collaborando con Anna Nobili alla preparazione dell'esperimento GG — Galileo Galilei — da effettuare nello spazio.

(*) Registrazione del 10 e 11 luglio 2009.

La curiosità ed i suoi interessi hanno portato Erseo Polacco a lavorare anche in campo biofisico; è stato per alcuni anni il Direttore del Dipartimento di Biofisica ed ha fondato la prima Scuola di Specializzazione in Fisica Sanitaria a Pisa. Erseo Polacco ha svolto una notevole attività didattica, curando nel corso degli anni gli insegnamenti di Laboratorio 3, di Struttura della Materia, di Ottica.

Eccoci nel suo studio; vorrei cominciare col registrare un po' dei suoi ricordi. Lei è nato a Brindisi, mi pare.

Sì a Brindisi, però gli studi di liceo li ho fatti a Catanzaro. Sono venuto a Pisa per fare il concorso alla Scuola Normale; l'ho vinto, non so come, perché la preparazione dei licei del Sud era sicuramente molto inferiore a quella ottenuta in Toscana o nel Nord. Comunque allora c'erano poche domande; la Scuola Normale era poco nota. In quell'occasione ho conosciuto Luciano Bertanza perché vincemmo insieme il concorso. Questo fu nel '48; erano anni di intensa attività politica; tutti i giovani se ne occupavano; c'erano anche quelli che pensavano quasi solo a studiare, ma erano relativamente pochi.

Comunque i miei studi li ho fatti. La situazione all'interno dell'Istituto di Fisica era un po' confusa. C'erano pochi insegnanti; ad esempio, i corsi di Fisica Generale venivano fatti con primo e secondo anno alternati perché c'era un solo professore; quindi, chi arrivava un certo anno faceva prima Meccanica e Termodinamica, chi arrivava l'anno successivo faceva Ottica ed Elettività.

Ancora un po' di emergenza nel periodo del dopoguerra. Come mai ha scelto Fisica?

Mi piaceva l'idea... Qualche piccola cosa che si era vista e mi aveva colpito in laboratorio, ma per dire la verità, quando sono arrivato alla Scuola Normale mi piaceva anche la matematica; ero addirittura incerto se fare Scienze Naturali o Fisica. Ho fatto il concorso per Fisica e ne sono stato contento, nel senso che mi sono sempre divertito, facendo le cose che mi piacevano, magari con qualche arrabbiatura... Perché, insomma, anche in questo dipartimento — al contrario di quello che dice Carlo Bemporad — di gente litigiosa ce ne è stata tanta; tra l'altro, anche io ho fatto la mia parte, da giovane ho fatto i miei litigi! Luciano Bertanza, ad esempio, è stato sempre uno che non ha mai litigato con nessuno, proprio un serafico... Mi ricorda la figura del Pio Enea.

Quindi avete seguito gli studi insieme?

Sì, sì, fino alla tesi di laurea che ognuno ha scelto nel suo campo.

Tornando un po' agli insegnamenti, chi svolgeva il corso di Fisica Generale?

Il professor Nello Carrara, che era un docente dell'Accademia Navale di Livorno; non era professore ordinario; teneva un corso anche a Pisa. Diventò ordinario dopo; fondò a Firenze il Centro di Microonde che poi divenne l'Istituto delle Onde Elettromagnetiche. Lo ha diretto per molti anni Giuliano Toraldo di Francia, ora è diretto da Tito Arecchi.

C'erano poi i professori Tullio Derenzini e Cosimo De Donatis, che erano piuttosto anziani e che tenevano i corsi di laboratorio. Poi c'era la professoressa Marianna Ciccone, che andò presto in pensione, e che teneva i corsi di Spettroscopia e di Laboratorio 3°; nonostante la grande tradizione spettroscopica del professor Puccianti, lei, come fisica, era rimasta alla fisica pre-quantistica. Il corso di Fisica Teorica era tenuto da Derenzini e il professor Giulio Chella teneva il corso annuale di Fisica Generale per il biennio, seguito da studenti di Fisica, Ingegneria, Chimica, etc. un' aula zeppa di gente!

Quindi non c'era una particolare attenzione per i fisici...

No, no, per nulla!

In quanti eravate? Perché dovevate essere pochissimi...

Mi pare fossimo quattro normalisti ed altri quattro o cinque; non arrivavamo a dieci studenti di Fisica. A parte Bertanza, ricordo Paolo Mittner, figlio di Ladislao Mittner, un famoso germanista. C'era anche Paolo Schiaffino, che poi andò ad insegnare a Milano. Enrico Pellegrini invece, dopo due anni come normalista, passò ad Ingegneria che lo interessava maggiormente.

Eravate proprio pochi... C'era qualcuno in Normale che si occupasse particolarmente dei fisici?

Mah... sempre Derenzini; era l'unico che facesse Fisica, ah, ah, ah! Inoltre la Scuola Normale in quel periodo curava di più la Matematica. C'era Landolino Giuliano che faceva per noi un corso supplementare di Matematica.

I corsi di Matematica avevano buoni insegnanti?

Sì, la Matematica aveva basi più solide, nel senso che c'era stata la presenza di Leonida Tonelli. Poi ci sono stati Aldo Ghizzetti — proveniente dall'Istituto di Calcolo di Roma — che è stato mio insegnante, ed infine Alessandro Faedo. I matematici erano molto presenti: meccanici razionali, geometri, analisti. C'era stata una grande tradizione matematica; quella in Fisica si era un po' dissolta.

I corsi specialistici e più avanzati da chi erano tenuti?

Ho già parlato di Fisica Teorica; Fisica Superiore era in mano ai matematici, più precisamente in mano ai meccanici razionali; infatti tenne il corso il professor Carlo Cattaneo, anche lui venuto da Roma e che è stato qui diversi anni. Fece un tentativo di tenere un corso sulla Relatività Generale; il fatto è che la studiava anche lui in quegli anni e, data la mentalità matematica, trattò di calcolo tensoriale, ma di fisica non ne ha quasi mai parlato... Ah, ah, ah!

Quale è il corso universitario che, secondo lei, ritiene sia stato più formativo ed interessante?

Forse alcuni corsi di laboratorio anche se non c'era molta strumentazione. In quello tenuto da Marianna Ciccone ci facevano almeno toccare gli strumenti, si ragionava, si

discuteva, si trattava la teoria degli errori; certo la strumentazione era un po' antiquata. C'erano dei vecchi galvanometri molto belli e si imparava a fare le misure di basse correnti; era abbastanza istruttivo e poi dello strumento si studiava tutta la dinamica, l'equipaggio mobile, l'equipaggio fisso.

Siamo arrivati ai primissimi anni '50 ed alla tesi di laurea. Marcello Conversi insegnava qualche corso?

Conversi, appena arrivato, prese il corso di Fisica Superiore. Io avevo seguito quello di Cattaneo; poi forse seguì anche quello di Conversi. Conversi fece un bel corso, molto moderno; cominciò ad introdurre la fisica moderna a Pisa.

In quel periodo è arrivato a Pisa anche Salvini.

Sì, ma dopo il '52, quando ero già laureato. Io presi la tesi con Gozzini, forse anche per ragioni politiche perché allora ero un fanatico comunista; lo era anche lui e credo che questo abbia condizionato la scelta!

Cosa le propose come argomento?

Una tesi con la tecnica delle microonde. Si lavorava con strumenti più o meno recuperati a Camp Darby, la base americana a Tombolo; si comprava un mucchio di roba e poi qualcosa funzionava e qualcosa no. Ho fatto una tesi di spettroscopia a microonde che però non si riuscì a concludere. Volevamo studiare lo spettro di rotazione del cianuro di bromo e la cosa strana è che non si riusciva ad averlo. In quel periodo non era in commercio e ce lo dovevamo fare da noi; la preparazione sembra non fosse complicata, ma bisognava passare attraverso l'acido cianidrico. Noi non sapevamo fare nulla; Gozzini non era un chimico e quindi facemmo ricorso ai chimici. Questi ci spiegarono tutto e ci prestarono alambicchi, provette, beute. Solamente che i chimici non avevano molta fiducia in Gozzini e tanto meno in me; allora aggiungevano sempre delle piccole quantità di reagenti per evitare che si formasse troppo acido cianidrico. In conclusione non riuscivamo a preparare il nostro composto; sabotavano! Pensavano alla nostra salute più che alla Fisica! Gozzini aveva lavorato precedentemente sull'effetto Faraday alla risonanza; voleva studiare l'effetto Faraday anomalo con le nuove tecniche a microonde. Alla tesi è associato un episodio, quello dei "pesci rossi", indicativo delle preoccupazioni dei chimici che ci istruivano. A quel tempo, nel cortile dell'Istituto di Fisica c'era una vasca con i pesci rossi curata da Otello Serraglini, che era il portiere, factotum, falegname... Curava un mucchio di cose. Era uno dei personaggi importanti dell'Istituto di Fisica. Insomma, dopo non essere riusciti a fare le nostre reazioni chimiche, siamo andati talvolta a lavare le provette alla fontanella della vasca dei pesci rossi. Una mattina venne Otello, con gli occhi di fuori, dicendo: "Avete avvelenato i pesci rossi!" "Ma no, non abbiamo fatto nulla!" Poi, gira e rigira, venne fuori che avevamo lavato i nostri vetri... Ah, ah, ah! Insomma, i chimici avevano ragione a preoccuparsi! La mia tesi rimase un po' monca! Ah, ah, ah!

Feci comunque qualcosa di concreto. Avevamo un gruppo veramente piccolo: Gozzini, io ed Arriguccio Battaglia, che insegnava al liceo e che veniva nel pomeriggio. Ogni tanto

venivano anche dei vecchi allievi di Gozzini o dei vecchi amici. Poi il gruppo si ingrandì. Feci del lavoro sull'effetto Cotton-Mouton, studiando con le microonde la birifrangenza indotta da un campo magnetico in prossimità di una risonanza. Racconto questo perché, in vecchiaia, ho ristudiato l'effetto Cotton-Mouton nei gas, per cercare poi di mettere in evidenza la birifrangenza del vuoto, cosa che non ci è riuscita; i corsi e ricorsi. . .

Quale era il progetto di fondo di Gozzini a quell'epoca?

Gozzini aveva tante idee, ma non credo avesse un vero e proprio progetto di fondo. Aveva idee sul momento; era anche molto interessato alla strumentazione. Fu uno dei primi che cercò di fare della fisica non lineare; mise insieme due klystron per cercare di provocare transizioni a due fotoni, con i fotoni delle microonde. Venne fuori un discreto lavoro, uno dei primi nel campo della fisica non lineare. Io poi sono stato un po' in Francia; al ritorno abbiamo continuato. Gozzini aveva stabilito dei contatti in Francia con Alfred Kastler ed il suo gruppo; io sono andato da loro a Parigi, con una borsa di studio per un periodo di quattro mesi. Fu la prima volta che ebbi qualche soldo in tasca, essendo ancora perfezionando della Scuola Normale. L'esperienza fu molto bella; non sapevo una parola di francese, ma andavo a teatro, uscivo. Ho anche lavorato, per la verità. Mi colpì una cosa. Io ufficialmente ero un borsista all'Istituto Henry Poincaré ed il Direttore era ancora il principe Louis de Broglie, persona straordinaria e timidissima. Vestiva in una maniera ottocentesca ed era evidente che teneva a vestirsi in quel modo. . . Ogni anno teneva un corso di Meccanica Quantistica al quale andavano tutti i professori del Poincaré ed anche quelli dei dintorni di Parigi. Era una cosa terribile perché, essendo timidissimo, non guardava mai il pubblico e leggeva il suo libro di meccanica ondulatoria, proiettando ogni tanto una trasparenza e non cambiando mai il tono di voce; una cosa di una noia mortale! Quando aveva finito quasi scappava via. Gli fui presentato e sembrava che il professore, per la sua timidezza, quasi si vergognasse.

Era un po' obbligatorio andare al suo corso!

Sì, io però non ci andai più e questo non fu molto apprezzato. . . Ah, ah, ah! Per quel che riguarda la mia attività, mi è rimasto un elenco delle pubblicazioni. Quasi tutti i lavori sono stati fatti con Gozzini. Il primo fu quello sulla birifrangenza mediante l'effetto Cotton-Mouton. Poi abbiamo cercato di sviluppare delle tecniche per fare delle misure di assorbimento; Gozzini l'aveva inventata, ma, nel periodo in cui ci ho lavorato io, era ancora in una fase un po' grossolana; in seguito si sviluppò molto. Facemmo anche due lavoretti teorici, in collaborazione con i francesi, su problemi di paramagnetismo, pubblicati sui *Comptes Rendus*. Al mio ritorno a Pisa, cercammo di studiare la trasmissione di microonde in gas ionizzati, ma non ne tirammo fuori molto.

Ha accennato al fatto che Gozzini aveva un forte interesse per lo sviluppo di nuovi rivelatori e di nuove tecniche; per lui aveva altrettanto interesse che lo studio di un problema fisico. Ciò, in un certo senso, fa parte della tradizione pisana.

Sì, amava costruirsi le cose. Ha anche lavorato con Conversi sullo sviluppo dei "flash tubes" per la rivelazione di particelle. Quello fu un lavoro interessante che ebbe successo.

Anche Conversi sviluppava la sua strumentazione. In fondo erano persone della vecchia guardia, che erano abituate a doversi far da soli i rivelatori per un esperimento.

Successivamente gli interessi di Gozzini cominciarono a spostarsi in altra direzione. Seguendo la scuola francese, voleva fare esperimenti per cercare di mettere in crisi il principio di indeterminazione; era più o meno seguace delle idee di Einstein, ma non ebbe molta fortuna.

Cosa lo aveva stimolato ad affrontare questo tipo di problemi?

Credo il fatto di frequentare gli ambienti francesi; anche de Broglie aveva questo pallino.

Nelle relazioni internazionali Gozzini era molto legato alla Francia; come era nato questo collegamento con la Francia?

Perché, quando ero giovanissimo, Kastler era venuto a Pisa e lui e Gozzini avevano stabilito un rapporto. Quando Kastler pubblicò il suo libro di ottica — era l'edizione rivista del vecchio testo di Georges Bruhat; si chiamava ancora così, ma era stato completamente riscritto da Kastler; cosa che era avvenuta anche per il testo di ottica di Born: il Born e Wolf — ci mise dentro anche la descrizione dell'esperimento di Gozzini sull'effetto Faraday anomalo. Kastler partecipò anche alle discussioni sui "flash tubes".

Come proseguì l'attività?

Per la verità un po' a balzelloni... Abbiamo rifatto delle esperienze di transizioni a due fotoni mediante microonde. A un certo punto ebbi delle discussioni con Gozzini e cominciai a lavorare per conto mio. Avevo sviluppato un piccolo strumento che dovetti pubblicare sui rendiconti del CNR, perché Gozzini non volle che lo pubblicassi su riviste più serie, anche se forse era un lavoro che valeva; ma insomma, pazienza! Dopo andai in Inghilterra. Le discussioni con Gozzini non erano propriamente nate da problemi scientifici, ma quando i rapporti si guastano, si guastano del tutto.

Da dove era nata l'idea di andare a lavorare in Inghilterra?

Forse per conoscere il mondo anglosassone, che chiaramente ragiona in maniera completamente diversa dalla nostra; un po' anche perché c'era un amico che già ci lavorava: Mario Iannuzzi.

Restai per un anno in Inghilterra occupandomi di spettroscopia con laser di potenza. Pensavo che in Inghilterra avrei trovato officine e laboratori più attrezzati dei nostri, invece tutti i ricercatori erano costretti a farsi tutto da soli, lavorando, per esempio, vari pezzetti al tornio; c'erano i torni e uno doveva lavorarci, talvolta chiedendo aiuto ad un tecnico. Io ho provato, ma riesco a fare ben poco! Ad esempio, le cellette ottiche si facevano partendo da tubicini ai quali dovevano poi essere applicate le finestre; allora, usando il cosiddetto "rossetto inglese", si dovevano rendere piane le superfici strofinando piano piano, poi si appoggiavano dei dischetti di vetro e questi restavano attaccati per adesione, in modo molto più stabile che non con una saldatura. Naturalmente io non ci

riuscivo! Ah, ah, ah! La cosa strana è che ci ho perso un bel po' di tempo! Con Iannuzzi facemmo un esperimento sulle transizioni a due fotoni in antracene mediante un laser di potenza a rubino. Tornato in Italia, abbiamo continuato. Avevamo un piccolo gruppo composto da Giuseppe Fornaca, da Salvatore Carusotto e da me. Utilizzando laser di potenza, facemmo alcuni studi di ottica, ad esempio sulla coerenza della luce. Nei primi anni '60 i laser cominciavano ad essere abbastanza diffusi anche se erano molto cari.

Tornando un attimo indietro, la ricerca che faceva Gozzini non era granché fatta a quei tempi in Italia; si studiavano di più le particelle elementari, i raggi cosmici, la fisica nucleare, secondo tradizioni antiche.

C'erano però dei gruppi che facevano studi di risonanza magnetica, ad esempio: a Pavia. Anche a Palermo, dove lavoravano i coniugi Palma. I nostri obiettivi di ricerca erano principalmente lo studio dell'ottica non lineare e le transizioni a due fotoni. Esistevano nel mondo gruppi ben più grandi del nostro, tuttavia facemmo anche noi cose abbastanza interessanti. Devo dire che, ad imitazione dei cambiamenti di nome del corso di Fisica Generale — Fisica, Fisica Sperimentale, etc. — io mi definivo “fisico generico” perché non ho mai proseguito in un campo abbastanza a lungo da divenirne uno specialista.

Ma lei era soddisfatto del suo lavoro? Oppure era alla ricerca di una nuova strada?

Sì, sì, un po' cercavo la mia strada, ma in realtà forse ero un po' incosciente! In quel periodo erano già finiti tutti gli interessi politici, mi erano sbolliti completamente e non me ne occupavo più molto; sostanzialmente io ero contento perché mi piaceva quello che facevo giorno per giorno, ma non ero uno che avesse le idee chiare sulle prospettive! Non sono stato così lucido, questo no! Ah, ah, ah! Vivevo abbastanza alla giornata. Poi una volta, chiacchierando e discutendo con Gabriele Torelli e Mimmo Zavattini, che stavano studiando la struttura iperfina degli atomi mesici prodotti mediante fasci di muoni, gli proposi di mettersi a studiare invece il “Lamb Shift” nell'idrogeno muonico. Ne parlammo abbastanza a lungo, l'idea piacque e cominciammo ad occuparcene. Andai a Ginevra per un paio di anni, un anno ufficialmente pagato dal CERN e poi, l'anno successivo, più o meno in congedo pagato da Pisa; la differenza nei quattrini era notevole... Il primo anno sono stato assai bene, il secondo ho dovuto tirare un po' la cinghia. Il nuovo esperimento mi è piaciuto molto e mi ci sono appassionato. Abbiamo fatto parecchi lavoretti. Era una fisica che non conoscevo assolutamente; c'erano gli acceleratori, i fasci di μ o di π^- , i bersagli di idrogeno o di elio. Cominciammo a studiare la spettroscopia di emissione dell'idrogeno muonico, poi cercammo di vedere se era possibile creare lo stato $2s$ metastabile, per poi esaminare la transizione dal $2s$ al $2p$. L'esperimento permise di vedere, ma appena, appena, una delle righe di transizione. Io poi dovetti ritornare a Pisa e non volli continuare quel tipo di attività.

Inserendovi in quel gruppo, qual è stato il contributo che Pisa ha potuto dare?

Nella prima parte dell'esperimento abbiamo imparato le loro tecniche, come le questioni del trasferimento dei μ dall'idrogeno ad altri gas quali l'argon. Si esaminavano poi

le righe di emissione della serie di Lyman, che però andavano a cadere tutte nella regione dei keV; loro avevano i rivelatori per questi raggi X. Il tentativo di rivelare le transizioni dal $2s$ al $2p$ invece implicava l'uso di lasers, di cui eravamo noi gli esperti, perché i fotoni andavano a cascata nella regione dell'infrarosso. Non voglio fare il professore e spiegare tutta la teoria del "Lamb Shift", ma mentre nell'atomo normale la transizione dal $2s$ al $2p$ cade nella regione delle microonde intorno a $\lambda \approx 3$ cm, nel caso dell'atomo muonico cade nell'infrarosso; inoltre viene emessa in coincidenza una riga da 1.9 keV; per ragioni di riduzione del fondo è importante richiedere la coincidenza fra i due fotoni. Bisognava per questo, lavorare a bassissima intensità di μ . A noi sembrò di aver visto questa riga in coincidenza. Poi Zavattini e Torelli continuarono l'esperimento e la videro ancora meglio. Il lavoro fu abbastanza criticato; credo che qualcuno ci creda e qualcuno no. C'è chi sostiene che una volta formato lo stato $2s$ questo non possa sopravvivere a lungo secondo quanto previsto dal calcolo teorico, perché ci sono interazioni che potrebbero distruggerlo; lo stato $2s$ metastabile potrebbe anche non esistere. Ognuno dice la sua e credo che la cosa non sia stata ancora risolta. Io poi, rientrando a Pisa, lasciai queste cose.

Di cosa si è occupato a Pisa?

Beh, ho ancora cambiato campo, ah, ah, ah! Mi sono occupato del principio di equivalenza; era diventata di moda la cosiddetta "quinta forza". Uno schema di esperimento mi fu proposto da Enrico Iacopini — che ora è professore a Firenze, ma prima era a Pisa — e da Vincenzo Cavasinni. Si discusse abbastanza a lungo su come realizzarlo, e decidemmo, per ragioni strane, di farlo a Ginevra. Uno dice perché a Ginevra? Da una parte perché effettivamente al CERN c'era la possibilità di realizzare alcune cose più facilmente; i maligni dicono perché così si potevano anche fare delle missioni, ah, ah, ah! Certamente, per i più giovani c'era anche questa componente. Tirammo fuori un discreto risultato, ma quando lo pubblicammo, c'erano già degli esperimenti migliori.

Che cosa l'aveva attratto verso questo tipo di esperimenti?

Mah, forse dagli studi universitari, mi era rimasta un po' di curiosità sulla questione della equivalenza fra massa inerziale e massa gravitazionale, che avevamo trattato nel corso di Fisica Generale. Era un bel problema e mi ci sono appassionato abbastanza. Il risultato del nostro esperimento non fu buono quanto avevamo sperato, inoltre l'idea di farlo a Ginevra non giocò a nostro favore; l'esperimento, infatti, era lontano dagli interessi del CERN; ci fu lasciato spazio, ma non fummo aiutati e non avemmo alcun supporto tecnico. Cercammo di fare l'esperimento per via ottica e l'idea era abbastanza nuova; poi anche altri hanno fatto così, facendolo perfino meglio di noi. C'era un disco fatto di due parti, una di alluminio e l'altra di berillio; ai lati c'erano dei "retroreflectors", che hanno la caratteristica di riflettere, esattamente in direzione opposta, un fascio di luce che li colpisca. I due percorsi della luce facevano parte di un interferometro di Michelson modificato; se l'accelerazione di gravità fosse stata più grande per uno dei due metalli, o il berillio o l'alluminio, il disco avrebbe ruotato un pochino, il cammino ottico dei due rami sarebbe stato leggermente cambiato e

uno avrebbe dovuto osservare uno spostamento delle frange di interferenza nell'interferometro. Il principio era semplicissimo, ma ci furono dei problemi meccanici che non eravamo riusciti a risolvere sufficientemente bene. Quando il disco veniva sganciato, per dei difetti del sistema di sgancio, il disco non cadeva veramente in caduta libera ed aveva dei moti strani. Come ho già detto nessun meccanico ci aveva aiutato ed i risultati non furono particolarmente brillanti. Avremmo potuto continuare in Italia, ma il sistema di sgancio avrebbe dovuto essere completamente riprogettato; secondo me eravamo giunti al limite raggiungibile con il nostro apparato sperimentale.

Questa esperienza la sentiva un po' come conclusa?

Sì, in maniera amara, perché avrei voluto farla meglio! Mi rendo conto che sto facendo un po' la storia degli esperimenti che non sono riuscito a fare... Ah, ah, ah! Dopo l'esperimento sulla quinta forza sono tornato su un problema che forse non ho citato prima: quello della birifrangenza del vuoto. Era una delle cose che mi piaceva perché i fisici delle alte energie la interpretano come potenzialmente dovuta a delle nuove particelle; io la vedevo piuttosto come un limite delle equazioni di Maxwell. La meccanica quantistica infatti prevede che le equazioni di Maxwell non possano essere totalmente vere perché non prendono in considerazione la creazione virtuale di coppie di positroni ed elettroni. Gli effetti quantistici sono tuttavia piccolissimi! Questo tipo di sfide mi è sempre piaciuto. Era un mio pallino, anche se su queste cose non ho poi concluso molto. La cosa è stata in qualche modo connessa ad una precedente collaborazione con Zavattini, quella sulla misura del Lamb Shift dell'idrogeno muonico. Loro avevano continuato l'esperimento; io, ad un certo punto me ne ero staccato. Sono un tipo piuttosto litigioso ed in uno stesso gruppo non resisto a lungo... Devo cambiare. Ci eravamo, per parte del tempo, occupati della misura della variazione degli indici di rifrazione in campo magnetico; di qui cominciammo a pensare alla misura della birifrangenza del vuoto. Per tarare i nostri strumenti introducevamo nel vuoto un po' di gas studiando perciò l'effetto Cotton-Mouton nei gas, tornando a dei miei precedenti interessi. A un certo punto si decise di ripartire con un progetto totalmente nuovo da realizzare nei Laboratori Nazionali dell'INFN di Legnaro.

Se ne discusse abbastanza. Il gruppo di Zavattini cominciò subito a lavorarci; loro avevano fatto un tentativo precedente in America, utilizzando un grande magnete. Infatti, per indurre la birifrangenza serve un forte campo magnetico; la ragione è che gli e^+ ed e^- delle coppie virtuali prodotte posseggono un momento magnetico che quindi ruota nel campo magnetico; quando le coppie si ricompongono, questo deve corrispondere ad una rotazione del piano di polarizzazione della luce, cosa assolutamente non prevista dalle equazioni di Maxwell nel vuoto — nella materia invece, gli effetti previsti dalle equazioni di Maxwell sono assai più complessi. La luce deve essere mantenuta a lungo nel campo magnetico. Loro avevano realizzato ciò mediante un sistema "multipass"; la luce veniva introdotta, attraverso un forellino, in un sistema di due specchi concavi; veniva pertanto riflessa molte volte, facendo un percorso a zig-zag ed allungando quindi il percorso. Io feci allora la proposta di usare un interferometro di Fabry-Perot, cioè proposi l'utilizzazione di una cavità del tipo di quelle ormai usate per i laser; il percorso della luce viene enormemente aumentato. Nella nostra cavità lunga

sei metri, con specchi dielettrici parzialmente trasparenti ma ad altissimo coefficiente di riflessione, e una radiazione di lunghezza d'onda circa 1 micron, il percorso è equivalente a circa 100000 riflessioni. Nel sistema "multipass" la luce fa invece una cinquantina di passaggi al massimo. Nel nostro sistema la sensibilità all'effetto avrebbe dovuto essere molto più elevata. L'idea era buona e il Fabry-Perot ha funzionato bene, ma il sistema ottico complessivo era affetto da un rumore troppo elevato, probabilmente a causa delle possibili vibrazioni meccaniche dell'esperimento. Come ho detto, gli specchi della cavità erano distanti sei metri e fra gli specchi c'era un magnete superconduttore ruotante, lungo circa un metro, per poter osservare un effetto dinamico e non un effetto statico. In conclusione il fondo risultava troppo elevato e quindi la sensibilità raggiunta dell'esperimento non era granché. Tuttavia, a un certo punto ci è sembrato di vedere un segnale; non era certamente collegato con la birifrangenza magnetica del vuoto, perché la nostra sensibilità era inadeguata, però vedevamo un segnale. Nel gruppo ci furono molte discussioni e alla fine fu pubblicato un articolo in cui si diceva che probabilmente avevamo visto un effetto dovuto ad un'assione, secondo un punto di vista "particellare". Io sarei stato molto più prudente nel pubblicare questi risultati, ma, insomma, quando uno sta in un gruppo, deve sottostare alle opinioni della maggioranza! In sostanza, non era tanto che mi disturbasse il fatto che avessimo detto di aver visto un segnale; se uno vede un segnale deve avere il coraggio di dirlo, ammettendo anche che forse si sia fatto un errore sperimentale. Quello che non mi è piaciuto di quell'articolo è che sia stato associato un errore molto piccolo al segnale che vedevamo; questo, secondo me, non è stato del tutto corretto scientificamente; sempre secondo me l'errore era più grosso... Talvolta la natura umana può spingere a fare passi falsi! In realtà discutemmo a lungo. Avevamo fatto moltissime misure, quindi la statistica era molto elevata. Forse il problema è stato dovuto al fatto di aver combinato tali misure assumendo una statistica di tipo gaussiano; ciò non era confermato da un esame attento dei dati, e l'errore fornito dalla statistica gaussiana era probabilmente sottostimato. In conclusione, noi pubblicammo questo articolo... Ah, ah, ah! Dicemmo di aver visto gli effetti di un'assione e l'affermazione fece abbastanza scalpore anche perché era un risultato completamente in disaccordo con altri esperimenti che ricercavano gli assioni. Dopo un attimo, abbiamo dovuto ammettere che effettivamente c'erano degli errori sistematici associati al campo magnetico. Anche di ciò si era a suo tempo discusso, ma non tutti eravamo d'accordo; il capogruppo era Zavattini, la maggioranza era d'accordo con Zavattini e quindi questi errori furono sottovalutati e si affermò che l'errore delle nostre misure era molto piccolo. Il fatto è che i magneti superconduttori sono molti belli, ma hanno un po' un difetto; quando uno lavora a campi magnetici molto elevati, sopra i 30000 gauss, il ferro satura e non è più in grado di contenere le linee di forza del campo, che non sono quindi più localizzate e se ne vanno da tutte le parti. Noi lavoravamo appunto a campi fino a 60000 gauss, il doppio di quello che sarebbe stato prudente usare; avevamo quindi dei campi parassiti che non eravamo in grado di controllare. Purtroppo, questo ci ha falsato un po' le misure... un'altra esperienza non andata a buon fine! Ah, ah, ah!

Le sfide comportano anche un rischio.

l'esperimento mi ha interessato ed anche divertito. Tuttavia mi dispiace che non si sia concluso positivamente. La differenza con altri esperimenti che ho fatto è che talvolta altri ricercatori hanno fatto meglio di noi; in questo caso, pazienza! Ma quest'ultimo esperimento ha usato una nuova tecnica, mai usata da altri; è stato un lavoro sul quale siamo rimasti a lungo. Io ne sono uscito dopo un paio d'anni dalla pubblicazione. L'esperimento sta andando avanti, anche se, da circa un anno è morto Zavattini che, per esperienza ed autorità, era sicuramente il capogruppo. Morto lui, sono nate delle discussioni all'interno del gruppo, che si è addirittura spaccato in due.

Alcuni problemi nati nel gruppo erano legati alla personalità di Zavattini?

Sì, indubbiamente sì. Zavattini era certamente un ottimo fisico, ma negli ultimi anni voleva forse fare l'esperimento cruciale della sua vita e voleva concluderlo positivamente... Questo atteggiamento può talvolta portare a fare degli errori più grossi. Quando si fanno delle misure, si può sbagliare e di errori ne abbiamo fatti tanti! Ma, se si parte condizionati, c'è la possibilità che si facciano errori più grossi.

Nell storia della fisica ci sono molti episodi di questo tipo. Talvolta si è visto quello che si desiderava vedere...

Zavattini era, come ho già detto, un ottimo fisico; forse precedentemente era stato più lucido e più critico. Io non partecipo più all'esperimento ed i due gruppi che si sono formati dopo la morte di Zavattini seguono due strade diverse. Quello che sta seguendo la strada, secondo me, più promettente, è veramente ripartito ab ovo. Stanno analizzando tutti gli errori in dettaglio e, dopo aver rimontato un prototipo di esperimento, stanno cercando di ottenere errori che siano prossimi a quelli teorici previsti. Hanno montato sistemi di riduzione delle vibrazioni e introdotto modifiche delle tecniche. Se infatti uno si discosta troppo dal livello di rumore teorico previsto è inutile continuare! Stanno ottenendo risultati comprensibili ed interessanti. Sarebbe giusto che gli fosse permesso di andare avanti. L'altro gruppo ha ripetuto un po' le stesse cose, ma secondo me, senza una vera linea guida.

Ritornando all'esame delle sue attività, come ripensa retrospettivamente al percorso da lei fatto?

Beh, ho sempre cercato di scegliere esperimenti che, prima di tutto, mi divertissero e mi piacessero... Mi è stato spesso proposto di entrare in esperimenti al CERN che non mi avrebbero divertito molto; i gruppi sono formati da centinaia di persone e ciò non corrisponde certo alla mia natura. Recentemente sono tornato ad occuparmi del principio di equivalenza; ogni tanto collaboro con dei gruppi discutendo. Poi mettono la mia firma sui lavori anche se il mio contributo è stato solo qualche chiacchierata e qualche discussione, perché ormai sono troppo vecchio per lavorare. Quello che si vorrebbe fare è un tentativo di studiare il principio di equivalenza nello spazio. Nello spazio, almeno in teoria, si dovrebbero raggiungere sensibilità maggiori, con una possibilità di vedere effetti molto più piccoli di quelli che si studiano sulla terra. I vantaggi della sperimentazione

nello spazio sono essenzialmente due. Sulla terra, la componente che dovrebbe violare il principio di equivalenza è circa un millesimo della forza di gravità essendo quella parte dovuta alla forza centrifuga; invece nello spazio la parte associata alla possibile violazione è la quasi totalità. Nello spazio, inoltre, tutte le sospensioni, le parti meccaniche, etc. possono esser fatte molto più sottili e di bassa massa; i sensori, in assenza di gravità, potrebbero essere molto più delicati e sensibili.

Forse è rilevante dire che ho avuto anche altri interessi. Prima ero nel gruppo CNR di Struttura della Materia, poi sono passato a quello di Elettronica Quantistica e Plasma; ad un certo punto mi sono anche occupato di Biofisica, facendo il Direttore del Dipartimento di Biofisica; mi sono occupato anche un pochino di Fisica Sanitaria. Molti interessi... Ah, ah, ah! Vedo che mi guarda con aria sorpresa!

Beh, in un certo senso ho simpatia per i tanti interessi; anch'io sono incuriosita da moltissime cose, ma non sono mai riuscita ad occuparmene con profitto...

Mi sono interessato di Fisica Sanitaria più che altro per ragioni sociali, cioè ritenevo giusto che nascesse una attività di Fisica Sanitaria perché avevo l'impressione, giustificata o no, che l'uso della strumentazione da parte dei medici non fosse sempre prudente. Un esempio è quello delle tecniche radiologiche; una volta si faceva grande uso della radioscopia che era veramente pericolosa. Cercai di far nascere qualcosa nel campo della Fisica Sanitaria e l'occasione fu il fatto che per un anno dovetti fare il Direttore dell'Istituto di Fisica; in quel periodo riuscii a far partire una Scuola di Specializzazione. I colleghi fisici non erano entusiasti perché consideravano questa fisica applicata un po' di seconda categoria! Per fare nascere una Scuola di Specializzazione era necessario ci fosse un professore ordinario che ne facesse il direttore e lo dovetti fare io... Ah, ah, ah! Dovetti perderci abbastanza tempo per l'organizzazione, ma personalmente, non ho mai fatto ricerca in fisica sanitaria. Ho però cercato di scegliere persone capaci; insomma, sul piano sociale mi sembrava giusto promuovere questa attività. Ora Alberto Del Guerra si occupa di questa scuola ed ha fatto tutta una sua carriera in quel campo. Sempre zig-zagando, come mio solito, sono poi tornato ad occuparmi del principio di equivalenza. C'è a Pisa una attività, coordinata dalla professoressa Anna Nobili, che si propone di portare un esperimento nello spazio per studiare questo tipo di fisica. Anna Nobili ha lavorato molti anni nel Dipartimento di Matematica, ma è una fisica. Ora è di nuovo nel Dipartimento di Fisica e la sua ricerca è finanziata dall'INFN, è anche una mia parente acquisita. Le sue idee sono interessanti e sono anche promettenti per quel che riguarda il funzionamento. Io ho discusso con lei a lungo e ho cercato di convincerla a realizzare un prototipo di esperimento terrestre. La comprensione dei problemi sperimentali, prima della realizzazione dell'esperimento spaziale, si può ottenere con più sicurezza da un prototipo di esperimento terrestre piuttosto che dai soli calcoli cartacei o dalle simulazioni mediante calcolatore. Oltre al progetto dell'esperimento GG — Galileo Galilei — nello spazio, Anna Nobili ha quindi realizzato un piccolo esperimento GGG — Galileo Galilei on Ground. GGG è stato finanziato dall'INFN, invece la richiesta per l'esperimento spaziale GG è stata presentata all'ASI, l'ente spaziale italiano. Anna Nobili si aspetta una notevole sensibilità da questo esperimento. C'è anche una proposta

concorrente per lo studio del principio di equivalenza, anch'essa non ancora realizzata; si tratta della proposta STEP, finanziata dall'ESA, l'ente spaziale europeo.

Le iniziative nel campo della Fisica Sanitaria e della Biofisica erano in fondo una novità. A Roma le cose erano forse partite un pochino prima per iniziativa di Giorgio Careri. Chi aveva cominciato ad interessarsi di biofisica a Pisa?

Il primo ad occuparsene è stato il professor Carlo Franzinetti, che costituì un primo gruppo di ricerca a cui si aggregò subito il dottor Giovanni Checcucci, un medico che lavorava a Pediatria. Non era molto soddisfatto del lavoro a Pediatria e fu contento di lavorare in questo nuovo campo come dipendente del CNR. C'era poi Petracchi, un vecchio militare probabilmente laureato, che collaborava per parte del tempo. Quando Franzinetti lasciò Pisa, la responsabilità di questo gruppo passò a Gozzini per alcuni anni. Il gruppo di ricerca si è poi trasformato in un Centro del CNR e la direzione passò allora a Checcucci. Invece di essere ospitati all'Istituto di Fisica ebbero una loro sede in Via Filippo Buonarroti, in una zona dove c'erano anche le suore Alessandrine con un loro asilo. I locali erano pochi e la convivenza non fu facilissima; c'erano parecchi chimici che, con le loro preparazioni, producevano odori non piacevoli e questo creava problemi alle suore ed ai bambini dell'asilo. Dopo, Checcucci, che era fiorentino, volle ritornare a Firenze, ed allora divenni Direttore io per tre o quattro anni.

Come mai si è fatto coinvolgere in questa attività? Era cosa molto diversa da quanto fatto prima.

In realtà forse non lo so bene nemmeno io... Una ragione era di tipo economico; il CNR pagava una indennità e questo era un aiuto perché ero appena divenuto professore ordinario e le mie entrate erano diminuite, non potendo più avere un incarico di ricerca. Il CNR però eliminò l'indennità dopo un paio d'anni in seguito ad una nuova legge; non avvertirono neppure! Le strutture del CNR non funzionavano molto bene, certamente molto peggio di quelle INFN. Ho fatto il Direttore per quattro anni ed ho anche cercato di fare un po' di ricerca in Biofisica aggregandomi ad un gruppetto. Scaduti i quattro anni di directorato, abbandonai il Centro di Ricerca. Avevo dato un mio contributo cercando una nuova sede che fu approntata mentre ero Direttore; il trasferimento fu però fatto quando ero ormai andato via.

Lei ha contribuito alla formazione di persone che hanno potuto continuare a lavorare in Biofisica.

Sì, c'era un gruppo discreto di biochimici o di chimici biomolecolari; poi c'era un gruppo che si occupava di microorganismi e al quale mi ero aggregato. Ricordo un tecnico, Pier Alberto Benedetti, che era anche uno studente di fisica. Era bravo ed aveva sviluppato delle attrezzature molto apprezzate per l'analisi automatizzata di vetrini di microscopio; la cosa all'epoca aveva un certo rilievo. Successe una cosa strana: alcuni studenti di Fisica fecero la tesi con lui; si trovò perciò nella condizione, piuttosto imbarazzante, di dover fare il relatore pur essendo ancora uno studente di Fisica. Non

ricordo come fu risolta la questione, ma ci furono discussioni.

Dopo di lei, Gozzini continuò per molto tempo a lavorare in questo settore?

No, si distaccò perché nel frattempo era nato il laboratorio CNR di Fisica Atomica e Molecolare; Gozzini si dedicò a quello, molto più legato ai suoi interessi. In relazione alla Scuola di Fisica Sanitaria doveti spendere parecchie energie. Cercando di farla nascere, ho dovuto occuparmi delle pratiche con il Ministero, degli statuti, della ricerca di fondi, etc., etc. All'epoca la Fisica Sanitaria si occupava essenzialmente di radioprotezione; c'erano in giro molti fisici nucleari che sarebbero stati molto più adatti di me; senonché nessuno di loro volle occuparsene. I fisici dell'Istituto la consideravano una fisica di seconda categoria; la facesse chi la voleva fare, ma loro non volevano. Insomma, il Direttore lo feci io per qualche anno, poi fu chiamato a Pisa il professor Arnaldo Stefanini, il figlio del grande chirurgo; fu chiamato nella Facoltà di Medicina e diventò naturalmente il Direttore della Scuola.

Quali sono state le sue esperienze nel campo della didattica?

All'inizio ho cambiato spesso corso; ero un professore incaricato esterno, diventando interno dopo essere stato nominato assistente di ruolo. Ho insegnato fisica agli agrari, ai medici, ai chimici. Poi ho insegnato per un anno Struttura della Materia, in quanto mancava il titolare. In seguito ho insegnato il Laboratorio III e sono infine stato chiamato su quella cattedra come professore ordinario. Molto più tardi riuscii ad avere un corso di Ottica, che ho tenuto per molti anni. Era l'argomento che mi piaceva di più. Recentemente ho cominciato a far fatica a preparare le lezioni ed ho perciò deciso di andare fuori ruolo anticipatamente. Sono stato fuori ruolo per tre anni e sono andato in pensione quasi insieme a Bertanza, che era rimasto in servizio.

Come ha influito il suo insegnamento sulla sua attività di ricerca e viceversa?

Ho sempre dedicato parecchio tempo alla preparazione delle lezioni; cercavo di farle in maniera accettabile, se non ottimale. Il mio corso di Ottica era molto legato alla mia attività di ricerca. Avevo la possibilità di contattare alcuni studenti che poi venivano a fare la tesi con me; questo mi è stato molto utile.

Vorrei chiederle se ha partecipato a convegni, congressi, scuole e se tutto ciò ha avuto importanza per lei.

Ho partecipato, nei primi anni '60, a due Scuole di Varenna abbastanza importanti. Adriano Gozzini era il Direttore responsabile e, fra gli invitati, c'erano Townes e Kastler, futuri premi Nobel. Erano dedicate alla Spettroscopia, in particolare a quella a radiofrequenza. Fu presente, per qualche giorno, anche il vecchio Pauli. Stette lì, ma non disse una parola! Pauli ha sempre frequentato molto l'Italia; aveva dei legami... Quella volta non disse niente, ah, ah, ah! Si vede che era già abbastanza stanco. In complesso io sono andato a pochissimi congressi, sia ad ascoltare che a parlare. Per carattere, non sono mai stato molto attirato da queste cose. Quindi sono rimasto spesso tagliato fuori dalle novità e le acquisivo, con ritardo, per altra via, ah, ah, ah! Quando

non erano più cose così nuove... È stato uno dei miei limiti.

Nella sua attività, caratterizzata da un notevole numero di interessi, c'è stata attenzione sia agli aspetti teorici che a quelli sperimentali. Era cosa comune in passato, ma considera ciò normale nel periodo in cui lei ha operato?

Ho sempre fatto vari tentativi per impadronirmi anche degli aspetti teorici. Come studente avevo delle grosse lacune, sia sul piano teorico che nella preparazione in fisica generale. Quindi ho studiato, via via, le cose che consideravo importanti e che mi interessavano. Ora ad esempio sto approfondendo argomenti di relatività generale. In passato ho studiato anche gli aspetti teorici delle interazioni a due fotoni. Ho cercato di aggiornarmi e di approfondire vari argomenti, ma forse ero troppo ignorante per riuscire a realizzare pienamente questo programma, ah, ah, ah! In fin dei conti, gli argomenti ai quali mi sono più dedicato sono stati il principio di equivalenza e l'elettromagnetismo classico delle equazioni di Maxwell, e per questi non è stato necessario un grande processo di aggiornamento.

Credo di aver raccontato sufficientemente gli aspetti rilevanti del mio lavoro a Pisa; credo che potremmo fermarci qua...