BRUNO TOUSCHEK E LA NASCITA DELLA FISICA e^+e^-: UNA STORIA EUROPEA

di Giulia Pancheri

The challenge of course consists in having the first machine in which particles which do not naturally live in the world that surround us can be kept and conserved – B. Touschek,

Bruno Touschek nacque a Vienna nel 1921 e morì a Innsbruck nel 1978, all'età di 57 anni, dopo una vita complessa e avventurosa, che lo portò attraverso l'Europa dall'Austria alla Germania, alla Scozia, fino a stabilirsi in Italia, per poi passare l'ultimo anno della sua vita a Ginevra, al CERN, e, alla fine, tornare in Austria. Nella sua vita le tragiche vicende della Seconda Guerra Mondiale svolsero un ruolo centrale, che non solo lo segnarono profondamente sul piano personale, ma furono determinanti per la fisica di cui si occupò in seguito. La Seconda Guerra mondiale segnò infatti per Bruno il distacco dall'ambiente in cui era cresciuto, le discriminazioni razziali, l'abbandono di Vienna e dell'Austria, la prigionia e la fuga rocambolesca dalle SS che lo lasciarono per morto sulla strada di Kiel. La guerra rappresentò anche per Bruno Touschek l'incontro con una fisica che ormai fa parte della nostra storia, la ideazione e la costruzione delle macchine acceleratrici di particelle. Dunque nel bene e nel male, come cercherò di descrivere nelle brevi note che seguono, la vita e la gloria di Bruno Touschek passano entrambe in modo determinante attraverso la Seconda Guerra Mondiale. Queste note si basano quasi completamente sulla biografia di Edoardo Amaldi pubblicata poco dopo la morte di Touschek[1], ma anche sul film realizzato recentemente su Bruno Touschek[2], e in piccola parte su una raccolta di ricordi di Touschek raccolti nel 1987 a Frascati durante l'inaugurazione di una serie di lezioni commemorative[3].

La famiglia di Touschek veniva dalla Sudetland, il padre era stato un ufficiale dell'Esercito austriaco, e la madre, Camilla Weltmann, era di origine ebrea. Touschek conosceva bene l'Italia, in particolare Roma, ove aveva una zia materna sposata con un uomo d'affari italiano. Gli zii di Touschek avevano una impresa, Garvens SpA, che vendeva pompe per desalinizzare il mare, con sede a Piazza Indipendenza, a Roma. L'ultimo lavoro di Touschek pubblicato su Physics Letters nel 1974, indica Garvens SpA come istituzione di appartenenza, forse una protesta contro il mondo accademico e della ricerca da cui in quel momento si sentiva alienato, ma anche un tributo d'affetto alla sua famiglia d'origine. Questo legame con i parenti italiani è noto grazie al nome AdA, che fu dato dai fisici romani e di Frascati al primo anello di accumulazione di materia e anti-materia. Dice Touschek, in alcune note sulla storia di AdA[4], che quando in una riunione fu proposto il nome di AdA per la nuova macchina, la sua zia Adele era morta da poco, ed a lui sembrò che con questo nome si potesse felicemente dire,"Ada è morta, lunga vita ad Ada!".

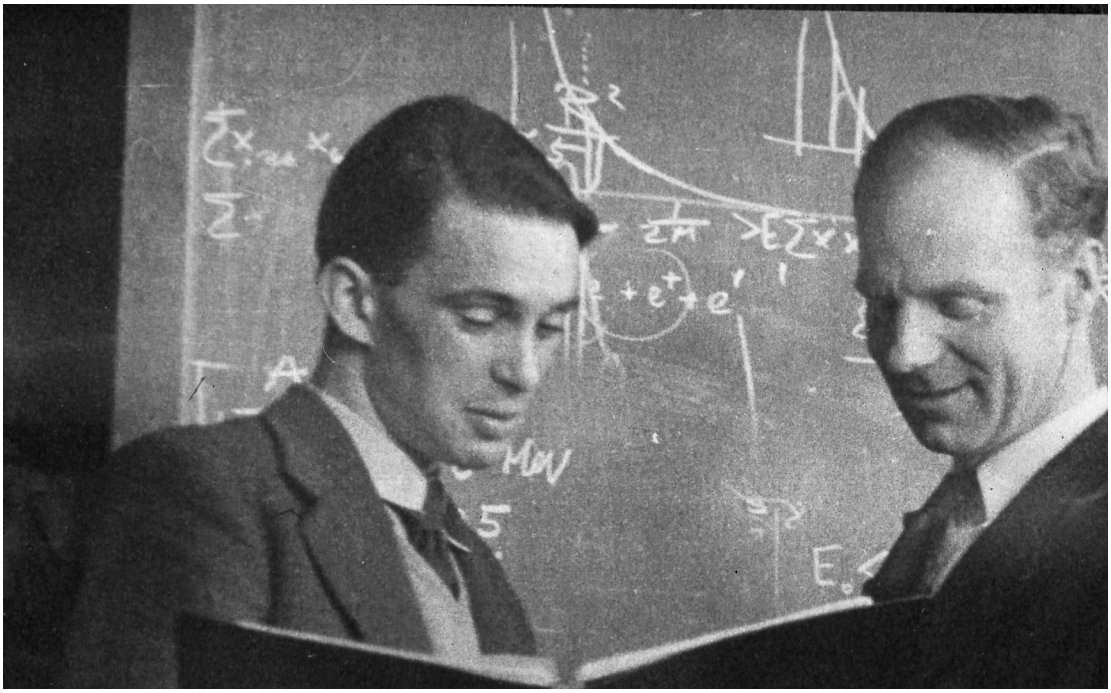
Questo legame con la famiglia e il luogo di origine ritorna spesso nella vita di Touschek. L'ultima volta che vidi Touschek fu per caso, sul treno che si chiamava allora Alpen Express e andava da Monaco a Roma. Era la fine di agosto del 1976. Touschek era solo, ma chiaccherava con gli altri passeggeri, e fu molto contento di vedermi. Io avevo appena finito un lavoro su un problema che avevamo cercato a lungo di risolvere nel 1966 quando scrivemmo il lavoro sulle correzioni radiative. Il problema era quello della formulazione in forma chiusa della probabilità differenziale di emettere fotoni soffici con trimomento spaziale **k** nello scattering fra particelle cariche. Dopo molti infruttuosi tentativi, nel 1967 avevamo rinunciato a risolverlo anche perché in Elettrodinamica Quantistica lo sviluppo al prim'ordine perturbativo era sufficiente. Io però avevo continuato ad occuparmene e avevo trovato una parziale soluzione che era rilevante per le interazioni forti e che desideravo vivamente mostrare a Touschek. A Bruno però non interessava più. Il problema che lo preoccupava riguardava altro, forse la salute già indebolita, in particolare mi parlò dell'orologio d'oro di suo padre, che lui aveva regalato al figlio e si era poi inavvertitamente perso.

Arrivati a Roma ci separammo ed io non seppi più nulla di lui fino a due anni dopo, quando nella primavera del 1978 venni a sapere, tramite Mario Greco, che Bruno era

molto malato ed era ricoverato a Ginevra all'Hospital de La Tour. Il 12 maggio 1978 Bruno Touschek si fece trasferire a Igls, a pochi kilometri da Innsbruck, con una macchina messa a sua disposizione dalla Direzione del CERN e il 25 maggio moriva, nella sua terra d'origine.

Tra questi due punti, di partenza a Vienna e di arrivo a Innsbruck, c'è una vita straordinaria intrecciata alla storia d'Europa e della fisica del XX secolo. I pellegrinaggi di Bruno Touschek iniziarono all'ultimo anno del liceo, nel 1937. La madre di Bruno (che morì nel 1931) era ebrea, e Touschek fu costretto a prendere la maturità liceale da privatista, poiché la pressione dei partiti nazionalsocialisti non permetteva più ai ragazzi di origine ebrea di frequentare le scuole pubbliche. Dopo la maturità nel febbraio 1938, Touschek andò a Roma dagli zii, per il tradizionale viaggio in Italia, dove viveva anche la nonna materna, ed iniziò anche a seguire alcune lezioni alla facoltà di ingegneria. Aveva anche formulato il progetto di andare in Inghilterra a studiare chimica a Manchester e voleva fare domanda di visto per la Gran Bretagna. Verso l'estate tornò in Austria e si iscrisse all'Università a Vienna. Dopo l'annessione dell'Austria alla Germania, il cosiddetto Anschluss, e con l'inizio della guerra, la situazione degli ebrei peggiorò ulteriormente e ai giovani di origine ebrea, come Touschek, fu impedito di continuare a frequentare le lezioni all'Università. L'educazione in fisica di Touschek però non si interruppe, grazie a Paul Urban, all'epoca giovane docente all'Università di Vienna, noto per le sue opinioni politiche contrarie al partito nazional-socialista. Nonostante le forti pressioni dei suoi superiori, Urban cercava di proteggere i giovani di origine ebrea fornendo loro accesso ai libri della biblioteca, che potevano consultare a casa sua, dove spesso la madre di Urban preparava anche qualcosa da mangiare. Grazie a Urban, Touschek aveva così iniziato a leggere il primo volume del fondamentale trattato di Sommerfeld "*Atombaum und Spektrallinien*", trovando diversi piccoli errori ed iniziando una corrispondenza con Sommerfeld. Di questo poté trarre vantaggio quando, andato con Urban a Monaco, dove quest'ultimo faceva un seminario, fu presentato personalmente a Sommerfeld, con la raccomandazione, da parte di Urban, di cercare per Touschek una sistemazione in Germania. Sommerfeld scrisse a Paul Harteck, ad Amburgo, e Touschek lasciò l'Austria per quello che poi divenne un incontro fondamentale nella sua vita, quello con Rolf Wideroe, il costruttore del betatrone di Amburgo. Come spesso accade, questo incontro nacque da un fatto casuale. Touschek per mantenersi faceva diversi lavori e si muoveva spesso da un luogo ad un altro. Tramite una ragazza conosciuta casualmente in treno, Touschek andò a lavorare per un'industria che faceva tubi catodici e fu lì che venne a conoscenza della proposta di Wideroe di costruire un betatrone di 15 MeV. Il dirigente della sezione in cui Touschek lavorava era infatti direttore di una rivista scientifica, *Arkiv fur Elektrotechnik,* e naturalmente Touschek si mise a collaborare ed aiutarlo nella rivista. Touschek ebbe l'impressione che nella proposta ci fosse qualche errore e ne scrisse a Wideroe. Iniziò così la loro conoscenza. Quando a Wideroe fu chiesto dal Comando militare tedesco di costruire un betatrone per scopi bellici, Wideroe chiamò Touschek a collaborare con lui e così dalla fine del 1943 Bruno fu in contatto con il gruppo che costruiva il betatrone. La sua origine ebrea era nota a pochissimi, il cognome Touschek, essendo di origine ceca, non dava adito a sospetti. Tuttavia Touschek amava frequentare la bibioteca pubblica di Amburgo e leggere i giornali stranieri. Questo insospettì le autorità e all'inizio del 1945 Touschek fu messo in prigione. In prigione Wideroe lo andava visitare e assieme discutevano in inglese sul testo di Heitler "*Radiation Theory*" che era importante per il lavoro svolto da Wideroe sul betatrone. Così Touschek parlava in inglese non solo di fisica, ma poteva chiedere a Wideroe di portargli cibo, vino e sigarette, il che allieviava non poco la sua situazione[5]. All'avvicinarsi della fine della guerra, le cose in Germania precipitarono e Touschek, assieme ad altri prigionieri, fu messo in cammino per essere internato nel campo di concentramento di Kiel. E durante questo trasporto dal carcere di Amburgo al campo di concentramento, avvenne uno degli episodi più romanzeschi della vita di Bruno. Di esso ci sono versioni leggermente differenti, ma essenzialmente quello che avvenne fu che Touschek, appensantito dai libri che portava con sé e febbricitante, cadde a terra. A questo punto una delle SS che scortavano i prigionieri, gli sparò alla testa, lasciandolo

per morto a lato della strada. Nonostante la notevole perdita di sangue, si era però trattato solo di un colpo di striscio, al lobo dell'orecchio, e Touschek, incredibilmente, sopravvisse. Questa storia spiega molte cose del carattere di Touschek, un uomo che da ragazzo aveva dovuto abbandonare le proprie radici di fronte alla discriminazione razziale e aveva perfino visto la morte da vicino, mentre perseguiva in ogni modo possibile la vocazione profonda per la ricerca scientifica. Certamente tutto questo segnò profondamente il carattere di Touschek e la direzione finale della sua vita. La sofferenza causata da queste vicende deve essere stata molto profonda, come racconta Giancarlo Sacerdoti, che, nel 1960, condivise con Touscek le ore di molti viaggi in macchina fra Roma e Terni, ove andavano a supervisionare la costruzione del magnete di Ada. Sacerdoti dice [6] che Touschek durante i primi anni del suo soggiorno a Roma era molto riservato e solo parecchio più tardi cominciò ad aprirsi e a parlare sempre più spesso del suo passato e della cultura viennese da cui si era dovuto allontanare.



Bruno Touschek a Glasgow verso la fine degli anni '40 (Cortesia famiglia Touschek).

A guerra finita, Touschek andò a Gottingen, dove c'era un folto gruppo di fisici, fra i quali anche Heisenberg e von Weiszacker. Fu a Gottingen che Touschek prese finalmente il diploma in fisica con una tesi sulla teoria del betatrone sotto la supervisione di Becker e Kopferman, e successivamente entrò a far parte del gruppo di Heisenberg, come ricercatore. Si è gia detto come, già prima della guerra, avesse desiderato di andare in Gran Bretagna e così finito il diploma a Gottingen, andò a Glasgow con una borsa di studio, dove successivamente ottenne il Ph.D. in fisica. A Glasgow diventò ben presto amico e collaboratore di P.I. Dee, sotto la cui direzione veniva progettato e costruito un sincrotrone da 350 MeV, ed è chiaro che questo passaggio a Glasgow è di nuovo cruciale per Touschek e per il suo contributo futuro alla storia degli acceleratori. Un altro contributo importante alla fisica di cui Touschek doveva interessarsi in seguito, venne dalla collaborazione con Walther Thirring sul problema dell'emissione di fotoni soffici, cioè di grande lunghezza d'onda, nei processi con particelle cariche. Touschek e Thirring formularono in modo covariante il problema di Bloch e Nordsieck[7]. Più o meno nello stesso periodo, Schwinger risolveva il problema della catastrofe infrarossa e ipotizzava l'esponenziazione dello spettro di fotone singolo.

Intanto Touschek continuava a visitare Roma e i suoi parenti che avevano una casa vicino al Lago di Albano, e iniziò a

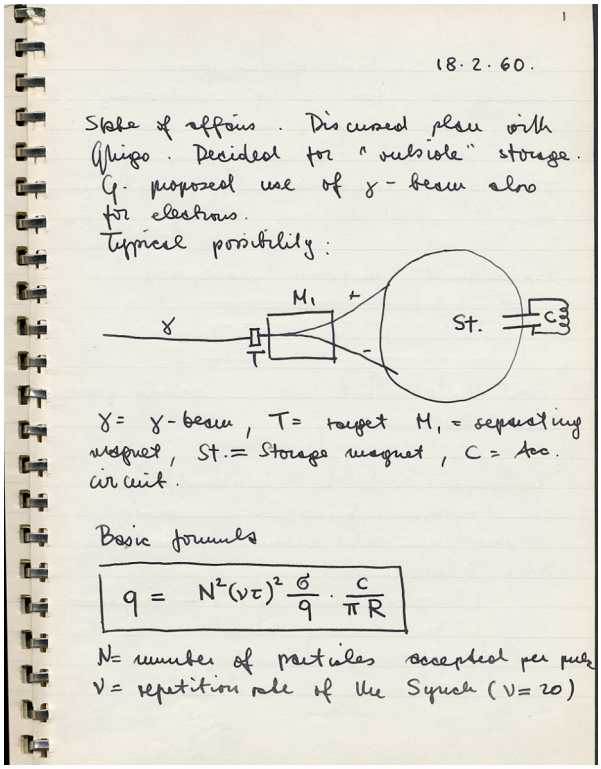
frequentare l'Istituto di Fisica romano, e in particolare i fisici teorici, guidati da Bruno Ferretti. Fu Edoardo Amaldi a proporre a Touschek di restare a Roma offrendogli un posto nella Sezione di Roma del neonato Istituto di Fisica nucleare, di cui Amaldi era Direttore. Touschek divenne rapidamente uno dei protagonisti della vita accademica dell'Istituto di Fisica romano. Era brillante e pieno di entusiasmo, e pronto ad affrontare qualsiasi problema teorico lo stimolasse. A Roma intanto stava crescendo una generazione di grandi fisici teorici. Nel 1957 Touschek ebbe i suoi primi laureandi, Francesco Calogero e Nicola Cabibbo. Fra gli ultimi l'astrofisco Luciano Pietronero. In mezzo, diverse generazioni di fisici teorici si sono succedute come allievi o collaboratori di Touschek, Paolo di Vecchia, Mario Greco, Giancarlo Rossi, Aurelio Grillo per citarne alcuni. L'importanza di Touschek nella scuola di fisica teorica romana non può essere sottovalutata: certamente se Bruno non fosse stato a Roma negli anni 50 e 60, il contributo italiano alla fisica teorica sarebbe stato diverso. Fra i giovani colleghi di Bruno a Roma c'era anche Raul Gatto che ricorda con grande affetto i tre anni passati a Roma con Touschek, dal 1953 al 1956, e, in seguito, il lavoro scritto assieme con la proposta di costruire Adone. A proposito dell'atmosfera di Frascati durante quegli anni, Raoul Gatto ricorda[8] : "*When a foreign visitor arrived, we often went with the visitor to Albano or Nemi, two small towns here in the neighborhoods, for a walk and a glass of wine. He had bought at that time a strange sports car, I think it was a Triumph, an extremely uncomfortable convertible. He used to drive in full winter with the windshield lowered so that all the air would blow directly into our faces. Before returning to Rome, in the not very dense but totally disordered traffic of the Roman fifties, he would not separate from the colleagues before pronouncing the historical sentence that the fighters in the Coliseum would tell Cesar in the old Rome: "morituri te salutant", in his wonderful precise latin. He was referring to the uncertain conditions of his car. I think we lived in that period a rather adventurous life, but the friendliness and generosity of Bruno were an incomparable and unforgettable compensation*".

Come avvenne il coinvolgimento di Touschek con Frascati, che poi portò alla progettazione e costruzione di AdA? Occorre ricordare che negli anni 50, in Italia, si iniziò la costruzione dei Laboratori Nazionali di Frascati e in essi dell'electrosincrotrone da 1000 GeV, che a quell'epoca, come diceva Salvini, direttore della macchina, era l'acceleratore più potente del mondo. E' difficile capire ora a distanza di anni, l'impatto anche di immagine che la costruzione del Sincrotrone ebbe sull'immaginario collettivo: quando i principi di Monaco vennero in Italia per una visita di stato, furono portati a Frascati a vedere i lavori in corso per la costruzione del Sincrotrone. Per l'inaugurazione del Sincrotrone fu invitato, e venne, l'allora Presidente della Repubblica, Giovani Gronchi, il cui figlio doveva l'anno successivo iscriversi a Fisica, a Roma. Tuttora, a Roma e nella zona dei Castelli Romani, chi lavora nell'area di ricerca che comprende i Laboratori dell'INFN, dell'ENEA, e la sede dell'ESRIN, è genericamente identificato come "uno del Sincrotrone" e vi è pure una strada provinciale, che si chiama Strada del Sincrotone [sic!].

Dunque Bruno fu coinvolto nell'entusiasmo per il nascente sincrotrone ed iniziò a frequentare Frascati. Fu così che nacque il progetto di AdA. La storia raccontata da Amaldi e da Carlo Bernardini[9] è che egli propose l'idea di fare scontrare elettroni e positroni invece che elettroni e elettroni, durante un seminario di Panofski, il 19 gennaio 1960. Meno di un mese dopo lo propose ad una riunione dei fisici di Frascati e il 7 marzo aveva lo schema del progetto. Inizialmente Touschek pensava di utilizzare il Sincrotrone, ma su questo incontrò l'opposizione di Salvini, che si rifiutò di buttare a mare il lavoro già fatto e ripartire da zero: questo avrebbe significato annullare le speranze e le attese dei colleghi fisici che si apprestavano alla sperimentazione con l'elettrosincrotrone. Fu invece accolto con entusiasmo il progetto di un prototipo da fare in breve tempo e nel giro di un anno AdA fu completato. Anche se si trattava chiaramente di un prototipo, Touschek pensò fin dall'inizio a quali ne fossero le possibilità di fisica, immaginando la produzione di coppie di elettroni, di coppie di μ e annichilazione in due fotoni, come scrisse nel quaderno di appunti con il calcolo dei parametri di AdA.

AdA era solo l'inizio di un progetto molto più importante e infatti, già nel 1961, Touschek assieme a Raoul Gatto, Carlo Bernardini, Giorgio Ghigo e Fernando Amman presentò un progetto per la costruzione di Adone [10] in una nota interna di

Frascati, datata poco meno di un anno dopo la prima proposta per fare AdA. In essa, si mette in evidenza la possibilità di studiare un possibile *breakdown* dell'elettrodinamica attraverso i processi puramente elettrodinamici, già previsti nel caso di Ada, ma, in aggiunta, si discute tra l'altro, la novella possibilità di studiare i fattori di forma nella regione time-like e di rilevare direttamente l'esistenza di una appena postulata risonanza in due pioni.



Prima pagina del primo notebook di Bruno Touschek: 18 febbraio 1960 (Cortesia Dipartimento di Fisica, Università La Sapienza, Roma)

Durante la costruzione di AdA, Bruno Touschek partecipò attivamente a tutte le fasi del progetto e certamente il suo entusiasmo e la conoscenza della fisica delle macchine acceleratrici acquistata durante e dopo la guerra furono determinanti per il suo successo. AdA fu pronta un anno dopo la proposta di Bruno Touschek, ed iniziò a funzionare, ma con scarsissima luminosità. Per migliorare il suo funzionamento, fu deciso di trasferirla in Francia, ad Orsay dove vi era un iniettore che avrebbe permesso vita più lunga ai fasci e collisioni più frequenti. Nel frattempo l'interesse di Touschek e dei fisici di Frascati si spostava sulla costruzione di Adone, che era un'impresa di ben superiore complessità, sia dal punto di vista della costruzione, della fisica della macchina e delle interazioni da studiare. Di questo Bruno era ben cosciente e infatti cominciò presto a preoccuparsi della mancanza di interesse da parte dei giovani sperimentali e delle difficoltà fenomenologiche tipiche dei grandi esperimenti di alta energia, quali erano, a quell'epoca, quelli che si sarebbero potuti realizzare con Adone. In particolare, Ugo Amaldi, allora giovane ricercatore all'Istituto Superiore di Sanità, ricorda [11] come un giorno del 1964 Bruno Touschek lo pregò di passare da lui all'Istituto di Fisica e gli parlò del progetto Adone, spingendolo a studiarne le possibilità di fisica e a proporre un esperimento per il "grande anello di accumulazione". Da questo nacque la proposta di Amaldi, assieme a Giorgio Matthiae e altri giovani della Sanità, di studiare la produzione del mesone ϕ e i suoi canali di decadimento. Fu in questo contesto che si pose per la prima volta il problema delle correzioni radiative ad una risonanza stretta, come la ϕ.

Ugo Amaldi racconta a questo proposito uno dei tanti episodi che illuminano sia il carattere che il senso dell'umorismo che rendevano Bruno Touschek così speciale ed affascinante. Ugo era andato da Touschek per discutere alcuni aspetti del calcolo delle correzioni radiative su cui lui, Ugo, aveva dei dubbi. Alla domanda di Touschek su quale metodo avesse usato, egli rispose essere quello di Paul Kessler, che con il gruppo del College de France stava studiando molti degli stessi problemi. Alla domanda di Ugo " Conosci il metodo di Kessler?" Touschek immediatamente rispose " Io conosco soltanto le sorelle Kessler!"* Questo gioco di parole illustra anche una caratteristica di Bruno Touschek, quella di voler sempre calcolare lui stesso tutto quello che gli serviva, senza prima necessariamente ricorrere alla letteratura. Un esempio di questo modo di procedere si trova nel quaderno ove Touschek inizia nel febbraio 1960 a scrivere la proposta di AdA. Touschek aveva scritto : *"The following is a very sketchy proposal for the costruction of a storage ring in Frascati. No literature has been consulted in its*

* Le sorelle Kessler erano due soubrette, gemelle, di origine tedesca, protagoniste del popolare programma televisivo di intrattimento serale *Studio Uno.*

preparation since this invariably slows down progress in the first stage, necessary though it may be in the consecutive stages of the development. … and to anticipate the question : no, I have not properly read O'Neil[†]*, but I hope that somebody will."*

In quegli anni, verso la metà degli anni 60, Touschek cominciò dunque l'importante opera di formazione di vari giovani che via via si laureavano a Roma, proponendo temi di studio, che nascevano da quello che si sarebbe potuto studiare all'energia di Adone. Così si consolidò il gruppo teorico di Frascati, che già includeva alcuni giovani teorici come Gian de Franceschi. In quegli anni sessanta, la elettrodinamica quantistica offriva molte possibilità di fare calcoli nuovi e interessanti, importanti non solo per Adone: cosi ad esempio, mentre Altarelli e Buccella si laureavano con Raoul Gatto sulla singola bremsstrahlung a grande angolo e Paolo Di Vecchia calcolava la doppia bremsstrahlung, Giancarlo Rossi studiava l'applicazione del teorema di Bloch e Nordsieck al calcolo delle correzioni radiative ad Adone, sviluppando poi il metodo degli stati coerenti in QED assieme a Mario Greco. Il problema delle correzioni radiative, già studiato da Ugo Amaldi per la produzione del mesone-ϕ, si collegava ad una problematica che Touschek aveva affrontato da un punto di vista strettamente teorico quando era a Glasgow, ma che ad Adone assumeva una maggiore e assai diversa importanza. Con Thirring, Touschek aveva presentato una formulazione covariante del teorema di Bloch e Nordsieck. Prima dell'avvento della seconda quantizzazione, il teorema di Bloch e Nordsieck dimostrava che la probabilità di emissione di un numero finito di fotoni di bassa energia nello scattering di particelle cariche, è zero, e solo un numero infinito di fotoni può dare un risultato finito. Questo problema fu poi riformulato da Schwinger che mostrò come la divergenza infrarossa che era alla base del problema si cancellasse con l'analogo termine proveniente dai diagrammi di scambio virtuale di fotoni. Schwinger propose anche l'esponenziazione del contributo del prim'ordine, risommando i contributi ai vari ordini. Per i processi noti all'epoca, la risommazione aveva un significato essenzialmente teorico, e quasi tutti i calcoli di correzioni radiative applicati agli esperimenti si limitavano al primo ordine nella costante di accoppiamento di struttura fine. Con l'avvento delle macchine a collisioni fra elettroni e positroni, le cose cambiarono drasticamente. All'energia di Adone, l'emissione di fotoni di bassa energia dagli elettroni e positroni era molto alta e proporzionale a un fattore che valeva 0.07 : è così che Touschek ci introdusse al famigerato "*Bond factor*". Ancora una volta, il suo senso dell'umorismo applicava alla fisica un gioco di parole che proveniva dall'intrattenimemto popolare: come quando, per il metodo di Kessler, si era rivolto a un programma serale di grande successo alla televisione, così in questo caso aveva pensato ai film di James Bond. Per il problema delle correzioni radiative, Touschek iniziò a riesaminare il problema della risommazione di questi larghi fattori e ricorse al formalismo da lui sviluppato con Walter Thirring, utilizzando anche i lavori più recenti di Yennie, Frautschi e Suura. Con questo problema, Touschek iniziò a Frascati una linea di ricerca, quella della risommazione dei quanta di massa nulla emessi in una collisione di alta energia, che ebbe grandi sviluppi, sia in Elettrodinanica Quantistica (con l'applicazione del formalismo degli stati coerenti a processi quali la produzione della J/Ψ o dello Z^0), che nell'ambito della Cromodinamica, dove la risommazione dei grandi doppi logaritmi è ormai routine.

Purtroppo Adone subì dei ritardi e il modo e la causa di questi ritardi influirono pesantemente su Touschek e sulla sua visione della vita universitaria. I motivi e le cause che non permisero ad Adone di raccogliere il successo che in molti si aspettavano hanno a che fare sia con il cosidetto scandalo Ippolito[‡] che bloccò fondi e risorse ai Laboratori di Frascati , ma anche, forse soprattutto, con la contestazione studentesca e sindacale che scosse profondamente il sistema italiano negli anni a partire dal 1967. I toni e i termini della contestazione studentesca dal 1968 in poi furono per Touschek fonte di grande amarezza in quanto molti episodi gli ricordavano le discriminazioni ricevute prima della guerra nella sua nativa Vienna.

[†] G. O'Neil era fautore delle macchine eletrone-elettrone con collisioni nel centro di massa.

[‡] Felice Ippolito fu Direttore Generale del CNEN, che era l Ente da cui dipendevano amministrativamente i Laboratori Nazionali di Frascati.

Disegno di Bruno Touschek (Cortesia famiglia Touschek)

Ci furono in quegli anni diversi episodi che produssero un solco profondo fra Touschek e gli studenti, tanto che egli chiese ed ottenne di insegnare agli studenti lavoratori, invece del suo corso regolare. Gli studenti a loro volta non potevano capire un uomo come Touschek, che aveva ricevuto un'educazione tipicamente austro-ungarica, con un profondo senso del dovere e del rispetto dell'autorità, fosse essa costituita o familiare. Un esempio di questa disciplina e di questo senso dell'attaccamento a certi valori, si rivela nel fatto che Touschek, pur vivendo in Italia, non volle mai prendere la cittadinanza italiana, perché, come disse una volta a Nicola Cabibbo [12] "Mio padre non avrebbe voluto". La mancanza di cittadinanza italiana impedì per molti anni a Touschek di avere una cattedra all'Università di Roma. Solo dopo il 1970 egli poté diventare prima professore aggregato e poi ordinario. Nel frattempo la fisica, le cui scoperte, come quella della J/Ψ, egli aveva contributito a rendere possibili, si muoveva a passi straordinari nella direzione dell'affermarsi del Modello Standard e nuove e assai più potenti macchine venivano messe in cantiere. In quegli anni Touschek continua a interessarsi al mondo della nuova fisica che sta emergendo e si diverte a proporre soluzioni eterodosse, come nella lettera a T.D. Lee del 1972[13] in cui scherza sull'esistenza dello "York" oppure l'articolo su Physics letters del 1974, intitolato "*What is high energy*?" e dove appare, come già menzionato, l'indirizzo di Piazza Indipendenza come sede istituzionale. Nel 1972 viene nominato all'Accademia dei Lincei (come Socio straniero) ed inizia una serie di lezioni all'Accademia che vengono registrate e ci tramandano dal vivo l'effetto della sua straordinaria personalità.

In quegli anni però la salute di Touschek comincia deriorare e quando nell'autunno del

1977 egli va per un anno sabbatico al CERN è già assai malato. Al CERN fervono gli studi sul LEP e sulla macchina a colllisioni protone-antiprotone. Rubbia[14] racconta dell'interesse di Touschek per quest'ultimo progetto che stava finalmente partendo. Touschek, come altri fisici del gruppo degli "*Storage Rings bums*"come li definiva lui, si era interessato a questa possibilità già ai tempi di Adone, ma le difficoltà tecniche erano all'epoca insormontabili. Quando infine il progetto di Rubbia e Van der Meer cominciò ad essere vicino alla realizzazione, egli vide nelle collisioni protone-antiprotone il compimento di idee nate molti anni prima, negli anni della guerra, quando con Wideroe aveva cominciato a capire che il futuro degli acceleratori era nelle collisioni nel centro di massa.

Touschek purtroppo non vide i grandi successi che le macchine a collisioni fra materia-antimateria produssero. Egli morì prematuramente, il 25 maggio 1978, 5 anni prima della scoperta dei bosoni W e d Z^0 tramite le collisioni protone-antiprotone, e 11 anni prima che al CERN entrasse in funzione il più grande anello ad elettroni e positroni mai costruito, il LEP con i suoi 27 Km di circonferenza e i 220 GeV di energia (finali) nel centro di massa. La strada di queste ed altre scoperte fu aperta con AdA, da Touschek, che ne propose la costruzione, e dai collaboratori con cui venne realizzata, fra di loro soprattutto Carlo Bernardini, Gianfranco Corazza Giorgio Ghigo. E' uno dei rimpianti di tutta la nostra comunità che Bruno non abbia potuto assistere ai grandi successi del Modello Standard: come disse Gilberto Bernardini a Salvini[15], commentando la morte di Touschek, " Bruno visse ed interpretò la prima parte del Rinascimento della Fisica Moderna, come se egli avesse vissuto il "Quattrocento", ma mancato il "Cinquecento". "

GIULIA PANCHERI

Giulia Pancheri è fisico teorico di particelle elementari. Dopo la laurea presso l'Universita'di Roma La Sapienza, ha lavorato con Bruno Touschek negli anni 1966-67 sulle correzioni radiative agli esperimenti di Adone a Frascati. Attualmente Dirigente di Ricerca dell'INFN, coordina il Network Europeo EURIDICE sulla fisica da studiare con l'anello di accumulazione di elettroni e positroni DAFNE, in funzione a Frascati. Giulia Pancheri è stata Presidente del Comitato per le Pari Opportunità dell'INFN ed è autrice di numerosi articoli scientifici su riviste internazionali.

Contatti:

INFN Frascati Via E. Fermi 40 I00044 Frascati

Tel. +39-06-94032885 Fax +39-06-94032427 Email Giulia.Pancheri@lnf.infn.it

---

[1] E. Amaldi, *L'Eredità di Bruno Touschek*, Quaderni del Giornale di Fisica della SIF, Vol. V, 1982; *The Legacy of Bruno Touschek*, CERN 81-19.

[2] *Bruno Touschek e l'Arte della Fisica*, film di E.Agapito e L. Bonolis, INFN, 2003.

[3] *Bruno Touschek Memorial Lectures*, Frascati Physics Series Vol. XXXIII (2004). Eds. G. Pancheri and M. Greco.

[4] B. Touschek, *A brief outline of the story of AdA*, except from a talk at Accademia dei Lincei, Rome 1974.

[5] G. Sacerdoti in *Bruno Touschek Memorial Lectures*, op.cit.

[6] G. Sacerdoti, op.cit.

[7] W.Thirring and B. Touschek, *A covariant formulation of the Bloch Nordsieck Method*, Philos. Mag. **42**, 244 (1951).

[8] R. Gatto, in *Bruno Touschek Memorial Lectures*, op. cit.

[9] L. Bonolis, questo numero. C. Bernardini, ibid.

[10] F. Amman, C. Bernardini, R. Gatto, G. Ghigo, B. Touschek, *Anello di Accumulazione per elettroni e positroni (ADONE)*, Frascati Nota Interna n.68, 27 gennaio 1961.

[11] U. Amaldi in *Bruno Touschek Memorial Lectures*, op.cit.

[12] N. Cabibbo in '*Bruno Touschek e l'arte della fisica*", film di Enrico Agapito e Luisa Bonolis, prodotto dall'INFN, maggio 2004.

[13] App. D in *Bruno Touschek Memorial Lectures*, op.cit.

[14] C. Rubbia in *Bruno Touschek Memorial Lectures*, op.cit.

[15] G. Salvini in *Bruno Touschek Memorial Lectures*, op.cit.