

BRUNO TOUSCHEK VISTO DA VICINO di Carlo Bernardini

Il testo racconta lo spirito e le idee che hanno caratterizzato un personaggio insolito, così come sono apparse all'autore nel corso di una lunga collaborazione.

E' difficile rappresentarsi, senza averlo conosciuto, Bruno Touschek. All'opposto dello stereotipo del professore di fisica, assorto nei suoi pensieri e un po' svagato, dovete immaginare un tipo irrequieto, propenso a dire battute eccentriche e stravaganti, a fare giochi di parole ibridi (austriaco+italiano+inglese) e a saettare con

occhi vivacissimi all'indirizzo dell'interlocutore. Bruno era un cultore di Karl Kraus e della sua satira mitteleuropea, un gioiello della letteratura sarcastica; in più, Bruno sapeva disegnare, con quel tratto impietoso che possiamo vedere in certi disegni di Egon Schiele.



MAQNETIC DISCUSSION

Disegno di Bruno Touschek (Cortesia famiglia Touschek)

Lo incontrai poco dopo la mia laurea, all'Istituto di Fisica dell'Università di Roma; era arrivato da noi grazie alla lungimiranza di Edoardo Amaldi, acuto divinatori di talenti. A molti, seriosi e tradizionalisti, i modi sbrigativi e diretti di Touschek (mai aggirare gli ostacoli, distruggerli come un rullo compressore) apparivano eccessivi: ma lui non se ne accorgeva. Un suo tratto peculiare voglio dirlo subito, tanto mi apparve straordinario a quei tempi: ogni studente aveva diritto a sbagliare e meritava le sue spiegazioni mirabolanti; ma i colleghi

no, se sbagliavamo lo facevamo montare su tutte le furie. "Così", mi disse, "posso almeno dire di essere buon didatta; ma è per questo che siamo pagati!", e sottolineava la seconda parte con un piccolo rinforzo della voce. All'inizio, però, ci vedevamo poco: io lavoravo con Enrico Persico, a Roma, un po' a Pisa; e poi a Frascati, dal 1955 circa. Bruno lavorava a Roma dove, dopo l'arrivo, per un breve periodo, di Georg Lüders e poi di Matthew Sands, aveva formato un bel focolaio di discussioni. Aveva anche coinvolto Giacomo Morpurgo e Luigi

Radicati, con i quali si sforzava di fare qualcosa di nuovo sull'invarianza per inversione temporale; e, con Marcello Cini, aveva prodotto risultati sulla cosiddetta "invarianza γ_5 " che riguardava le interazioni deboli, la chiralità e il problema della massa del neutrino. La sua presenza era continua e instancabile e la sua eccezionale particolarità era quella di essere "generoso con le idee", che distribuiva imparzialmente a chiunque avesse voglia di discutere con lui, specie se più giovane. Non è certo una qualità comune, tra fisici.

Bruno aveva una confidenza fuori del comune con l'elettrodinamica quantistica (QED); la considerava una teoria "sicura", buona per progettare rivelatori e acceleratori. Era naturale che, per lui, la QED fosse il punto di partenza per traghettare le osservazioni al mondo microscopico degli adroni attraverso l'intermediario dei "fotoni virtuali". Questa sua convinzione contrastava grandemente la tendenza di quei tempi: molti pensavano che fosse meglio partire da urti adronici per provocare sconquassi significativi con grandi sezioni d'urto; la QED, ma causa della costante di struttura fine, è troppo fiacca e parsimoniosa. Così dicevano al CERN i patiti delle macchine a protoni. Ma Bruno traduceva: i fotoni e gli elettroni sono più "gentili", rispetto alla "teppaglia adronica", perciò, si capisce di più ciò che parte da QED che non da uno sconquasso tra protoni.

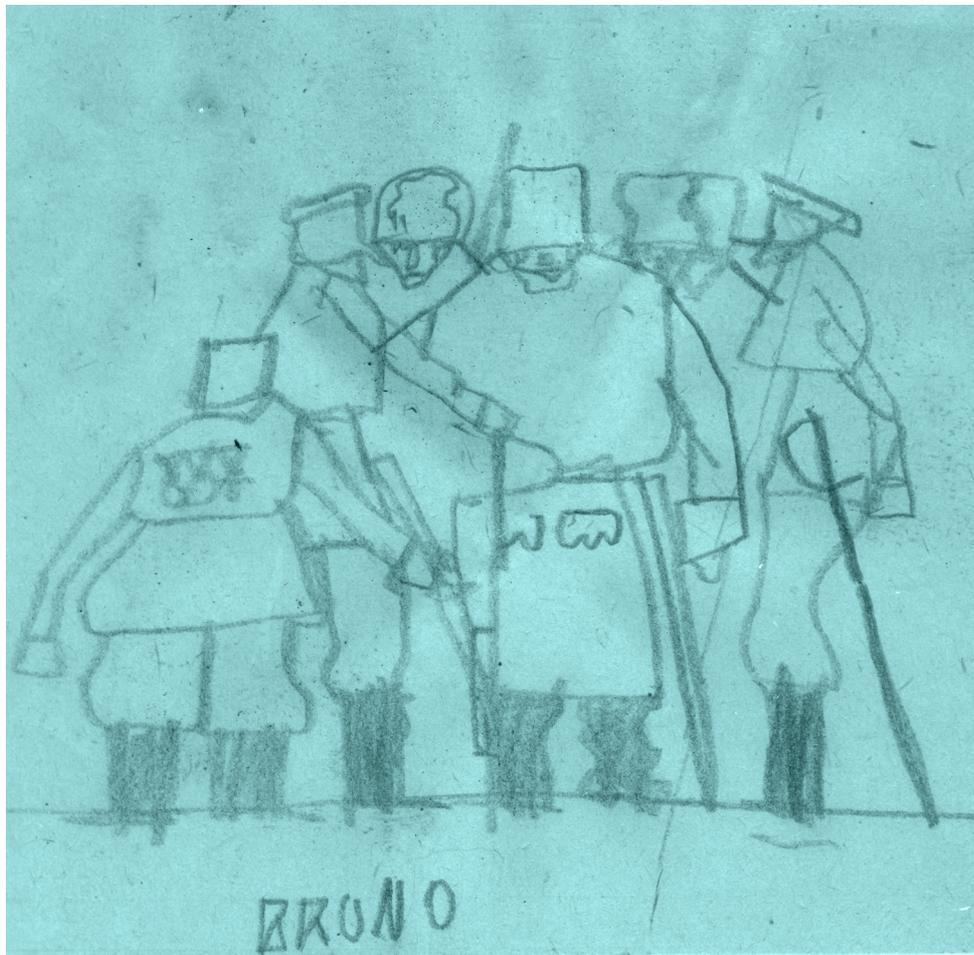
Venne a Frascati, da Stanford, un prestigioso gentiluomo: Robert (Bob) Hofstadter (Nobel nel 1961, scomparso nel 1990). Bob, non incattivito da quella aggressività accademica che spesso indurisce i fisici americani in posti come Stanford, legò rapidamente con Bruno, per il quale provava un'esplicita sincera ammirazione. Da Bob imparammo tutto ciò che si poteva sulla fisica dei fattori di forma ("formula di Rosenbluth"). Fu in quella occasione, credo, che Touschek incominciò a chiedersi che cosa poteva accadere al prolungamento analitico dei fattori di forma ai valori negativi ("time-like") del modulo quadrato del momento trasferito (q^2). Non so se vide subito balenare la possibilità che in quella regione si profilassero "risonanze", cioè oggetti adronici concreti come vere particelle; ma è molto probabile. Spesso gli capitava di rimuginare ad alta voce, mentre avevo la fortuna di essere presente, sulla sua idea fissa, che il vuoto fosse una specie di dielettrico con le

sue frequenze caratteristiche corrispondenti alle masse delle particelle che da esso si potevano estrarre depositando una congrua quantità di energia (meglio se elettromagnetica, "più pulita", diceva).

La discussione mondiale sui problemi seguiva però un suo ordine naturale, con la sua logica interna. La QED e la formula di Rosenbluth ci dicevano senza sorprese che lo scattering elettrone-protone con cui Hofstadter aveva cercato il fattore di forma era quello atteso nell'approssimazione, perfettamente accurata per le misure con l'acceleratore lineare da 500 MeV di Stanford, in cui elettrone e protone scambiavano un solo fotone virtuale. Il diagramma di Feynman corrispondente aveva pertanto due vertici e Hofstadter ne modificava uno solo scegliendo, per il protone, una carica e un momento magnetico estesi. La parte descritta dalla QED era, perciò, rappresentata da elettroni puntiformi. Per Bruno, questo era più che soddisfacente, data la sua fede nella QED incontaminata. Ma se anche il vertice elettronico avesse avuto fattori di forma, Bob avrebbe misurato il prodotto "inseparabile" di quello elettronico per quello protonico. Bisognava venirne a capo. Sidney Drell, un teorico influente di Stanford, aveva l'idea che l'avvenire della fisica delle particelle riservesse, come novità più importante, un "crollo" della QED, un presunto *breakdown*: Drell si affannò a scrivere le "regole" di questa catastrofe che doveva comunque rispettare la relatività, l'invarianza di gauge e la conservazione della carica, TCP e via discorrendo. Generalmente, possibili *breakdown* del vertice o del propagatore elettronico venivano poi espressi mediante lunghezze di *cutoff*, e energie (masse) ad esse corrispondenti. Fu sotto questa spinta che venne certamente l'idea di lavorare sullo scattering elettrone-elettrone oltre che elettrone-protone. Ma, come trasferire 4-impulsi di modulo abbastanza elevato tra due particelle leggere come due elettroni? Solo se q^2 è abbastanza grande rispetto al *cutoff* (all'inverso della lunghezza di *cutoff* al quadrato) si potrà vedere qualcosa. La cinematica è però inesorabile: con elettroni veloci contro elettroni fermi, si fa un buco nell'acqua, il momento trasferibile è troppo piccolo. Bisogna ricorrere a urti tra elettroni entrambi veloci. A Stanford c'era una buona tradizione di macchine per elettroni: nacquero così gli "anelli tangenti" per fare urti elettrone-elettrone nel centro di massa.

Burton Richter e Gerry O'Neill (di Princeton) guidavano l'impresa, che venne subito propagandata nei convegni di "macchinisti". Bruno scuoteva il capo: lui considerava la trovata degli urti nel centro di massa per averne vantaggi cinematici "roba per studenti": ci avevano già pensato molto tempo prima, con Rolf Wideroe, il pluri-inventore norvegese amico suo. Il punto è che la fisica degli urti $e-e$ è povera, soprattutto "nicht elegant", con quella doppia carica (e doppio numero leptonico- e) iniziale indistruttibile. Durante un seminario di Pief Panofsky (Stanford) a Roma, nel 1959, Bruno lo disse: meglio una macchina per sbattere elettroni contro positroni. Ma gli intrepidi macchinisti, al sentir di positroni, dissero che era troppo difficile. Allora Bruno venne a

Frascati, spiegò che con annichilazioni di elettroni e positroni nel centro di massa in un singolo anello magnetico si va a 4-impulsi time-like e che lì finalmente "c'è fisica": scartata la conversione del sincrotrone, che sarebbe stata una follia (sostenuta per un momento da Touschek, ma con qualche esitazione; per non dire delle giuste resistenze di Giorgio Salvini) nasce AdA, su suggerimento di Giorgio Ghigo che, saggiamente, propone di fare un prototipo *ad hoc*. Per noi incoscienti (Gianfranco Corazza, Giorgio Ghigo - purtroppo scomparso prematuramente nel 1969 - ed io), contagiati dalla lucida follia di Touschek, iniettare positroni in un anello da 250 MeV è un dettaglio che ammette soluzioni.



Disegno di un gruppo di generali eseguito da Bruno Touschek all'età di 5 anni (Cortesia famiglia Touschek)

Bruno, che pure ha lavorato su problemi degli acceleratori (per un betatrone, e sui limiti dovuti all'emissione di radiazione in queste macchine: era la sua tesi) ha fretta di verificare che "si può fare", cioè che elettroni

e positroni si annichilano in un anello singolo, un Anello di Accumulazione (AdA). Lui dice che è il "teorema TCP" a garantirlo: ma molta gente non ci crede. Per fortuna, Giorgio Salvini, Edoardo Amaldi e Felice

Ippolito si convincono in fretta della straordinaria qualità dell'idea e danno il loro benestare nonché il necessario finanziamento. Mai, forse, un'impresa è stata avviata con così poca burocrazia. Bruno è entusiasta e grato. Lavora instancabilmente, ma questo è vero anche per noi, suoi "aiutanti". L'impresa è così bella e il gruppetto, esiguo, così affiatato che la felicità intellettuale contribuisce ad abbreviare i tempi. Partito in marzo del 1960, l'anello vede girare i primi elettroni nel febbraio 1961. La storia successiva è stata ormai raccontata molte volte¹, con tutti i particolari delle piccole scoperte fatte cammin facendo.

Mi limito qui soltanto a ricordare che AdA fu trasferita a Orsay, in Francia, per sfruttare le caratteristiche del Linac come iniettore e che dimostrò già nel 1963 che elettroni e positroni s'incontrano nella misura prevista; gli anelli tangenti dettero i primi risultati a Stanford nel 1966, tre anni più tardi; a Frascati, già nel 1961 prese il via, sotto la direzione di Ferdinando Amman, l'anello Adone da 1500 MeV per fascio (un anello già tecnicamente molto evoluto); a Orsay fu messo in cantiere un anello da 500 MeV per fascio, ACO (Anneau de Collision Orsay), a Novosibirsk un anello da 700 MeV/fascio, VEPP2, dopo avere abbandonato due piccoli anelli tangenti (VEPP1, da 150 MeV/fascio). La QED, si vide, non dava sorprese, era la

fisica degli adroni a riservarle. Il riscatto di Stanford, ormai dotato di un acceleratore lineare da 25 GeV (il LINAC "Two miles") venne con la scoperta delle proprietà di "scaling" dei fattori di forma adronici, preludio ai partoni/quark come costituenti puntiformi. A quel punto, la concezione di Touschek si affermò completamente: lo strumento per capire la fisica delle particelle erano quelli che oggi chiamiamo *colliders* materia-antimateria. La piccola macchina AdA da 4 metri di circonferenza aveva generato tutti i giganti di cui ogni laboratorio che si rispetti non può fare a meno, in tutti i paesi evoluti, in Europa, in America e in Asia; dallo Spear di Stanford, al collider protone-antiprotone di Carlo Rubbia e Simon van der Meer, fino al LEP (Large Electron Positron) di 100 GeV e 27 km di periferia, oggi convertito in LHC (Large Hadron Collider), la più grande macchina esistente, sul punto di entrare in funzione al CERN di Ginevra. Bruno si compiaceva con moderazione del successo della sua idea: come accade a tutti i grandi solitari, l'aver messo in moto tanta gente, in qualche misura, lo sgomentava. Noi fisici, però, gli siamo grati come a pochi altri; perché il profondo cambiamento dei mezzi strumentali con cui oggi si fa la fisica delle particelle è merito suo, e proprio perché in tanti ne abbiamo approfittato la fisica ha fatto in questi anni passi così grandi.

CARLO BERNARDINI

Già professore di Metodi Matematici della Fisica all'Università di Roma "la Sapienza", ha lavorato ai Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN dal 1953 al 1969, poi all'Università di Napoli dal 1969 al 1971 e infine a Roma dal 1971. Ha ricoperto vari ruoli nell'INFN. Ha collaborato alla nascita e sviluppo dei colliders materia-antimateria. E' autore di numerosi testi di fisica, di storia della fisica, di politica scientifica e di saggi sull'ambiente degli scienziati.

Contatti:

Università La Sapienza
tel. 06.4991.4348

Piazzale Aldo Moro 5
Email: bernardini@roma1.infn.it

00100 Roma

¹ Indico solo alcuni resoconti essenziali; Edoardo Amaldi, *L'eredità di Bruno Touschek*, Quaderni del Giornale di Fisica, 5, n°7, 1982; C.B., *Storia dell'anello AdA*, Il Nuovo Saggiatore, 27, n°6, 1986; C.B., G.Di Giugno, J.Haïssinski, P.Marin, R.Querzoli, B.Touschek, *Measurements of the rate of interaction between stored electrons and positrons*, Il Nuovo Cimento, 34, 1473-1493, 1963; C.B., *AdA: the first electron-positron collider*, Physics in Perspective, 6, 156-183, 2004