

RICORDO DI ALBERTO BONETTI

Nato a Genova nel 1920, Alberto Bonetti è stato coinvolto in più d'una delle grandi sfide scientifiche che hanno caratterizzato il XX secolo.

Laureatosi a Genova nel 1944 con Augusto Occhialini ne diventa da subito assistente straordinario. Dopo alcuni studi sugli ultrasuoni, nel 1948, con viaggi fatti a più riprese in un periodo di circa un anno, inizia a lavorare a Bruxelles con Giuseppe Occhialini, figlio di Augusto e futuro illustre linceo. Giuseppe Occhialini, che aveva cominciato a lavorare sulle lastre nucleari con Cecil Powell a Bristol e aveva scoperto il mesone π , si era trasferito a Bruxelles dove stava mettendo su un centro di Fisica Nucleare specializzato in tecniche delle lastre ed aveva bisogno di aiuto. Augusto Occhialini manda Bonetti che inizia così la sua attività sui raggi cosmici e loro rivelazione con laste esposte in alta montagna. Bonetti diventa così un esperto in emulsioni fotografiche e ritornato a Genova porta con sé queste nuove tecniche rimanendo in contatto con Giuseppe Occhialini, che fra l'altro nel 1950 lo raggiunge a Genova succedendo al padre nella cattedra di Fisica Superiore. Interessanti in questo periodo sono le osservazioni di Bonetti delle tracce lasciate a fine corsa da alcune particelle cariche quali il pione e il muone.

Nel 1952 Giuseppe Occhialini viene chiamato all'Università di Milano e Bonetti lo segue come assistente. E' di quegli anni la collaborazione fra i principali laboratori europei attivi nello studio dei raggi cosmici con il lancio su palloni ad alta quota di grandi pacchi di emulsioni nucleari successivamente analizzate nei diversi laboratori. Occhialini fu il responsabile italiano per i lanci sul Mediterraneo, culminati con quello del G-Stack nel 1954, che permise di chiarire la composizione dei mesoni K (K^- Collaboration, *The interaction and decay of K mesons in photographic emulsion*, in *Il Nuovo Cimento*, 1959, vol. 13, pp. 690-729; vol. 14, pp. 315-364; 1960, vol. 15, pp. 873-898). Alberto è parte importate in queste imprese del gruppo Occhialini.

Esiste di questo periodo un ricordo di Bonetti in una biografia di Giuseppe Occhialini scritta da quelli che a suo tempo sono stati due loro studenti (A. Cigna, F. De Sio, "Beppo Occhialini Fisico e speleologo", *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia*, s.II, vol. XXI, 2008). In questo articolo si legge:

"L'assistente di Occhialini era il dr. Alberto Bonetti, imbattibile giocatore di "murella". Questo gioco consisteva nel gettare una moneta stando da un lato del corridoio in modo che si fermasse il più vicino possibile al muro di fronte; chi vinceva si prendeva tutte le monete giocate.

Le partite avvenivano dopo pranzo, al rientro in Istituto; tuttavia, agli studenti era difficile partecipare perché Bonetti, che appunto era un campione, non voleva assolutamente approfittarsi dell'abilità per spennare i poveri studenti."

Sorprende in questo ricordo che una persona di grande cultura come Bonetti fosse anche campione di murella, sebbene questo gioco sembri coinvolgere tutto il corpo accademico. Non sorprende invece la gentilezza che caratterizza il comportamento di Bonetti: tutti quelli che lo hanno conosciuto

sanno che non ha mai cercato di imporsi agli altri, avendo sempre come *modus operandi* quello di una ferma, ma sempre molto pacata persuasione.

Nel 1961 va per due anni a Boston a lavorare con Bruno Rossi, altro futuro illustre socio linceo, dove viene introdotto alla Fisica dello spazio e contribuisce in modo significativo alle prime misure dirette e quantitative del vento solare.

Avendo vinto nel frattempo una cattedra di Fisica Sperimentale, nel 1963 si trasferisce a Bari dove contribuisce allo sviluppo del nuovo Istituto di Fisica che Michelangelo Merlin aveva fondato in quella città. A Bari Bonetti comincia a raccogliere intorno a sé alcuni giovani ricercatori che formano quello che diventerà il Gruppo Infrarosso (IR). In quegli anni lo sviluppo dei satelliti è di grande attualità e cresce l'interesse per le nuove osservazioni che saranno possibili con strumenti scientifici operanti al di fuori dell'atmosfera terrestre. Una delle zone spettrali di grande interesse è appunto l'IR, tipicamente con lunghezze d'onda da 1 micron a 1 mm, dove l'atmosfera è resa opaca dall'assorbimento causato dagli spettri vibrazionali (nel vicino e medio IR) e dagli spettri rotazionali (nel lontano IR e nella regione sub-millimetrica) delle specie molecolari atmosferiche. Senza l'assorbimento atmosferico diventa possibile osservare la materia fredda che compone gran parte dell'universo e il fondo cosmico presente alle più grandi lunghezze d'onda. In attesa dei futuri satelliti, osservazioni possono essere fatte sfruttando alcune "finestre atmosferiche" che si aprono nella trasparenza atmosferica salendo in quota o in alta montagna o con palloni aerostatici che raggiungono i 30-40 km di altezza.

Nel 1964 il gruppo IR afferisce al GIFCO (Gruppo Italiano di Fisica Cosmica) fondato da Giuseppe Occhialini e nel 1968 si trasferisce a Firenze presso le Officine Galileo che, interessate allo sviluppo di tecniche osservative nell'IR, offrono ospitalità al gruppo. Questa collaborazione è parte di una strategia di lungo termine delle Officine Galileo che successivamente hanno realizzato gran parte della strumentazione scientifica spaziale italiana.

Nei primi anni '70 la principale attività del gruppo IR sono i voli su pallone stratosferico per la misura dell'anisotropia di dipolo del fondo cosmico. Al primo volo nel 1970 da Gap, Francia, seguono nel 1971 il volo da Air-sur-l'Adour, sempre in Francia, e successivamente quelli dalla base di Milo in Sicilia. L'esistenza di un dipolo può essere rilevata con una misura differenziale che, in presenza delle residue interferenze atmosferiche, è relativamente più facile rispetto ad una misura assoluta. Questo filone di attività si è in seguito trasferito con Francesco Melchiorri a Roma ed è stato continuato con grande successo da un suo studente fiorentino: Paolo De Bernardis, anche lui futuro illustre linceo. Con l'esperimento BOOMERanG (acronimo inglese di Balloon Observations Of Millimetric Extragalactic Radiation and Geophysics), che ha volato in Antartide nei primi anni del 2000, Paolo De Bernardis ha ottenuto misure assolute ad alta definizione delle anisotropie della radiazione di fondo risolvendo alcune importanti questioni di tipo cosmologico.

Sempre negli anni '70 vengono fatte una serie di spedizioni in alta montagna per valutare la trasparenza atmosferica delle diverse località e scegliere il luogo più adatto per installare un telescopio operante nell'IR. La proposta di Bonetti di realizzare un osservatorio nazionale in alta montagna viene accolta con grande interesse dai gruppi di Milano e di Roma e si susseguono osservazioni alla Testa Grigia (3315 m.) nel 1970, al Gornergrat 3135 (m.) nel 1971 e alla Jungfrauoch (3454 m.) nel 1976. La scelta cade sul Gornergrat dove verrà installato il telescopio nazionale TIRGO (Telescopio IR GOrnergrat) che sarà gestito dall'Osservatorio Astrofisico di Arcetri.

Nel 1975, in collaborazione con Bruno Carli, suo ex studente ed anche lui futuro illustre lincoo, che era tornato da una esperienza al Queen Mary College di Londra dove aveva acquisito competenze sulla spettroscopia a trasformata di Fourier nel lontano IR, parte una nuova attività su cui si focalizzeranno gli interessi di Bonetti fino al suo pensionamento nel 1995. L'anno precedente Rowland e Molina avevano lanciato l'allarme che la dispersione in atmosfera dei clorofluorometani poteva liberare in stratosfera atomi di cloro in grado di innescare delle reazioni catalitiche che depauperano l'ozono stratosferico. Le misure dirette sulla composizione molecolare della stratosfera erano in quegli anni molto scarse e quegli spettri molecolari, che a bassa quota rendono l'atmosfera opaca, diventano ad alta quota uno strumento osservativo fondamentale. Molte nuove osservazioni utilizzano gli spettri vibrazionali nel vicino e medio IR, mentre c'è scetticismo sulla possibilità di utilizzare gli spettri rotazionali nel lontano IR perché l'intenso spettro del vapore acqueo e le fitte righe dell'ozono stesso coprono i contributi degli altri composti. Tuttavia, alcune simulazioni suggeriscono che con misure ad alta risoluzione si possano osservare anche i componenti minori.

Bonetti propone di utilizzare i nuovi palloni stratosferici americani capaci di portare grossi carichi fino a 40 km di quota ed ottiene il finanziamento del PSN (Piano Spaziale Nazionale) per la costruzione dello strumento e della CMA (Chemist Manufacturers Association) per i voli negli Stati Uniti. In breve tempo lo strumento è costruito e nel 1979 ottiene le prime misure. E' stata raggiunta la risoluzione di $0,003\text{ cm}^{-1}$ nell'intervallo spettrale fra 8 ed 80 cm^{-1} (corrispondenti a lunghezze d'onda fra 1,2 mm e $120\text{ }\mu\text{m}$) e successivamente le misure sono arrivate fino a 150 cm^{-1} . Queste sono ancor oggi le misure a più alta risoluzione che esistono dell'emissione stratosferica nel lontano IR e, paradossalmente, a quei tempi erano anche a più alta risoluzione delle misure di laboratorio.

Per una adeguata assegnazione delle righe osservate servivano pertanto anche misure più precise degli spettri rotazionali delle singole molecole e, negli anni '80, inizia a questo scopo una collaborazione con i colleghi bolognesi di Chimica Industriale: Agostino Trombetti, Gianfranco Di Lonardo e Massimo Carlotti. L'assegnazione delle righe osservate in stratosfera porta alla misura di gran parte dei composti molecolari coinvolti nella chimica dell'ozono.

Il gran numero di nuovi strumenti che negli anni '70 sono stati sviluppati per l'osservazione della chimica della stratosfera ha posto in quegli anni qualche problema di inconsistenza fra le diverse misure, spingendo la NASA ad organizzare il progetto BIC (Balloon Intercomparison Campaign). Gli strumenti che avevano fatto le misure in quota sono stati raccolti su quattro gondole che, fatte volare dalla stessa base di lancio, hanno fatto misure quasi contemporaneamente durante due campagne nel 1982 e nel 1984. Lo strumento del gruppo IR di Firenze ha volato sulla gondola coordinata da NPL (National Physical Laboratory), Teddington, Inghilterra.

A partire dal 1985, con le scoperte della esistenza di un buco nella fascia di ozono in Antartide e della mitigazione dei processi di depauperamento alle medie latitudini realizzata dalla molecola ClONO_2 , l'interesse delle misure sull'ozono si sposterà nelle regioni polari.

Bonetti è stato per i suoi collaboratori un maestro, un collega ed un amico. I collaboratori più anziani, quelli dei tempi in cui non c'erano ancora i motori di ricerca, ricordano la sua estesa cultura che riusciva sempre a dare risposta ai dubbi di tutti tipi, non solo quelli scientifici. Tutti quelli che sono stati suoi studenti ricordano la sua disponibilità e generosità: per la correzione degli articoli l'appuntamento era a casa sua dopo cena per la rilettura e riscrittura del testo fino ad ora tarda. Alla

fine, nonostante il suo fondamentale contributo al testo finale, lui non voleva firmare l'articolo e si accontentava di un ringraziamento.

Bonetti è stato socio dell'Accademia dei Lincei nella classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali (corrispondente dal 1991, nazionale dal 2004) e ha il merito di aver contribuito, non solo alla ricerca scientifica dello scorso secolo, ma anche alla creazione di importanti strutture e gruppi scientifici che sono ancor oggi attivi in Italia.