

A. Testa, *Giuseppe Paolo Stanislao Occhialini (1907-1993) e la ricerca spaziale europea*, Atti del XXV Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia, Milano, 10-12 novembre 2005, (Milano: SISFA, 2008): C13.1-C13.6.

GIUSEPPE PAOLO STANISLAO OCCHIALINI (1907-1993) E LA RICERCA SPAZIALE EUROPEA

ANTONELLA TESTA

Istituto di Fisica Generale Applicata

Università degli Studi di Milano, Via Brera 28 – Milano

Milano, 1957. *È ora che tu lasci questo lavoro (al momento emulsioni e K) per non correre il rischio di diventare vittima di una monocultura e del suo inevitabile insterilimento; vai da Rossi al MIT e cerca una nuova strada.*¹

Questo il consiglio che Livio Scarsi ricorda di aver ricevuto da Giuseppe P.S. Occhialini (1907-1993), fisico dei raggi cosmici dall'autorevolezza ormai indiscussa. Pronunciate da uno scienziato con acute capacità di intuire percorsi promettenti, queste parole ci calano in un'epoca in cui egli gettava le basi del contributo alla fisica dello spazio in Europa, che avrebbe offerto di lì agli anni a venire. In quello stesso 1957 il lancio dello Sputnik segnava ufficialmente l'esordio dell'era spaziale.

Dal 1952 stabilmente all'Università di Milano, Occhialini si impegnò subito nel consolidamento del gruppo di ricerca in raggi cosmici con emulsioni nucleari e nella promozione di collaborazioni internazionali, quali la G-Stack Collaboration. Ma erano evidenti la prorompente entrata in scena delle grandi macchine acceleratrici e il declino della tecnica delle emulsioni e Occhialini, così come suggerito a Scarsi, orientò i suoi interessi altrove.

Tra l'ottobre 1959 e l'ottobre 1960 ottenne un anno sabbatico e, insieme a Constance Dilworth (con cui lavorava in stretta collaborazione e sua moglie dal 1950), si recò per un periodo da Bruno Rossi al MIT come Visiting Professor of Physics dove approcciò questioni legate a sciame estesi, spazio interplanetario e a nuove tecniche; come altri, si rese conto di essere di fronte a un bivio: da una parte lo studio delle particelle elementari, dall'altra la fisica spaziale. L'avvento di razzi e satelliti stava aprendo ai fisici di varia estrazione un universo nuovo e, come Rossi, piegò naturalmente verso questa strada.

Mentre Occhialini rientrava in Italia, si stavano concretizzando i primi passi per la nascita dell'European Space Research Organisation (ESRO) che nel 1975 sarebbe

¹ Scarsi, Livio (1997). "Giuseppe Occhialini: Il secondo periodo italiano (1950-1993)" *Il Nuovo Cimento* 1997, 20 C, 5: 613-618, pag. 615.

diventata European Space Agency (ESA).² Nel dicembre 1960 Italia, Gran Bretagna, Francia, Belgio, Danimarca, Olanda, Norvegia, Svezia e Svizzera firmavano l'atto costitutivo della Commission Préparatoire Européenne de Recherche Spatiale (COPERS) con il compito di definire le possibilità di collaborazione europea, il programma scientifico e la struttura della futura ESRO. In Italia, un anno prima, su iniziativa di Edoardo Amaldi e Luigi Broglio, si costituiva la Commissione per le Ricerche Spaziali (CRS), organismo interno al CNR per coordinare e sostenere le attività spaziali nazionali e promuovere la presenza italiana nelle iniziative europee.³

L'attività guidata da Occhialini poco dopo il suo rientro riguardava ricerche con camere a bolle, emulsioni e studio di raggi cosmici con palloni. Fin da subito spese energie nella ricerca di risorse e nello stabilire collaborazioni per il nascente gruppo spazio.⁴ Ma l'esordio promettente della Commissione Ricerche Spaziali subì una brusca frenata e già dal 1960-1961 iniziarono le prime difficoltà: Occhialini reagì e fu, tra l'altro, tra i firmatari di una lettera aperta a sostegno dello sviluppo della fisica spaziale italiana in ambito nazionale e internazionale.⁵

Intanto, nel contesto delle attività preparatorie della COPERS, nel maggio del 1962, ricevette la sua prima carica; fu nominato membro di uno dei 6 comitati scientifici, quello per i progetti relativi a raggi cosmici e particelle intrappolate (*COS ad Hoc Working Group*).⁶ In questo periodo si parlava già di ESRO, che entrò ufficialmente in essere il 20 marzo 1964. Poco dopo la nomina di Occhialini, la Dilworth fu chiamata a far parte, rappresentando il Gruppo di Milano, di una Commissione INFN per il coordinamento delle ricerche nel campo della radiazione cosmica e per tenere i necessari contatti con l'Istituto Nazionale di Ricerche Spaziali del CNR (evoluzione della Commissione Ricerche Spaziali).

Era evidente tuttavia che non esistevano le condizioni per la realizzazione di un programma nazionale di fisica spaziale e i gruppi attivi si concentrarono verso le attività più adatte alle condizioni locali.⁷

Il gruppo di Milano si mosse in due direzioni, di stretta sinergia: la messa a punto di apparati strumentali e il loro impiego in esperimenti (voli di pallone, razzi e/o satelliti). Nonostante l'esito sfavorevole di richieste di finanziamento nazionali⁸ Occhialini era determinato a creare un vero e proprio laboratorio di costruzione di

² Riferimento per la storia dell'ESA è Krige, John; Russo, Arturo (2000). *A History of the European Space Agency 1958-1987. Volume I. The Story of ESRO and ELDO 1958-1973* (Dordrecht: ESA Publications Division, 2000) e Krige, John; Russo, Arturo; Sebesta, Lorenza (2000). *A History of the European Space Agency 1958-1987. Volume II. The Story of ESA 1973-1987* (Dordrecht: ESA Publications Division, 2000). In questa pubblicazione è confluita la gran parte della trentina di lavori pubblicati nella collana ESA History Studies Reports (ESA HSR), dal 1992 in avanti.

³ De Maria, Michelangelo; Orlando, Lucia (2001). "Le ricerche spaziali" in Simili, Raffaella; Paoloni, Giovanni (a cura di) (2001). *Per una storia del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Volume II* (Bari: Laterza, 2001): 380-407, pag. 380.

⁴ E iniziò a non firmare più gli articoli del gruppo, ritenendo ridotto il suo contributo scientifico.

⁵ Dattiloscritto, giugno 1962. In Archivio Occhialini, N30, S7, C19. Si veda anche Guzzetti, Luca; Sebesta, Lorenza (2001). "Gli aspetti internazionali dell'attività del CNR nel secondo dopoguerra" in Simili, Raffaella; Paoloni, Giovanni (a cura di) (2001). *Per una storia del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Volume II* (Bari: Laterza, 2001): 60-91, pag 71.

⁶ Lettera di Pierre Auger, Segretario Esecutivo COPERS, da Parigi, a Occhialini, Milano, 21 maggio 1962. Archivio Occhialini N179, S9, C4.

⁷ Resoconto di Giuseppe Occhialini, febbraio 1964. Archivio Occhialini, N 37, S7, C26, f3.

⁸ Lettera di Giuseppe Occhialini, Milano, a Luigi Broglio, Roma, 20 aprile 1962, in Archivio Occhialini N28, S7, C17. Ebbe più fortuna con finanziamenti all'estero (fondi EOAR-USAF).

apparati, e in particolare rivelatori a semiconduttore. Intuita la possibilità di realizzarne ad hoc per le esperienze, ed essendo relativamente economici, il gruppo poteva condurre prove tecniche estensive per testarne il comportamento se esposti a flussi intensi di radiazione quali quelli da sopportare una volta collocati su palloni o satelliti.

Lavavano anche su contatori per neutroni, emettitori di luce e applicazione per la stabilizzazione dei fotomoltiplicatori in satelliti e per la simulazione di eventi, ricerche su circuiti logici a basso consumo, su circuiti elettronici per applicazioni in satellite e palloni, dispositivi di telemisure e telecomandi.⁹

Gli esperimenti del gruppo erano rivolti a indagare tanto la radiazione cosmica primaria che secondaria; già dal 1960-1961 erano attivi i progetti e i test preliminari per lo studio di elettroni cosmici di energia dell'ordine del GeV, la cui evidenza veniva messa in luce in quel periodo da Earl¹⁰ e altri. Il progetto, condotto in collaborazione con il gruppo di Saclay (MISA collaboration) portò nel 1961-1962 a un primo prototipo di un contatore controllato spark chamber con setti di piombo per voli di pallone; dopo il primo volo a Aire sur Adour¹¹ nel 1962-1963, seguirono miglioramenti e nuovi voli fino al 1964-1965 da cui il gruppo ottenne risultati sul flusso totale, sullo spettro di energia e sull'asimmetria est-ovest di elettroni di energia maggiore di 4.5 GeV.¹²

Parallelamente, era già attivo dal 1961 un progetto di indagine sui neutroni di albedo: l'interesse scientifico risiedeva nel fatto che una delle possibili sorgenti di particelle intrappolate nelle fasce di Van Allen era stata individuata nel decadimento di neutroni di albedo.¹³ I vari prototipi di rivelatori (al boro plastico), sottoposti a continue migliorie, furono lanciati dal 1961 in avanti da Linate e dal New Mexico.¹⁴ Occhialini aveva presentato nel frattempo una proposta di satellite (S74, agosto 1963) all'ESRO, che fu approvata. Dopo i voli successivi su pallone da Kiruna¹⁵ e gli ultimi da Linate e da Aire sur l'Adour nel 1964-1965, il lancio avvenne nel carico di uno dei primi razzi ESRO, dalla Base ESRO di Perdus De Fogu nel 1966. Questi studi avevano condotto il gruppo alla misura del flusso e a iniziare lo studio dell'effetto latitudine. Il lavoro si sviluppò

⁹ Boella, Giuliano *et al.* (1963) "Measurement of the Cosmic Ray Neutron Flux in the Atmosphere" *Il Nuovo Cimento* 1963, 29, 1: 103-117; Ballerini, R. *et al.* (1969). "Design and Calibration of a Counter for the Measurement of the Atmospheric and Earth Leakage Flux of Secondary Cosmic-Ray Neutrons" *Il Nuovo Cimento* 1969, 59B, 1: 59-64; Bendiscioli, G. *et al.* (1964). "Semplici Contatori Decimali Reversibili" *Il Nuovo Cimento* 1964, 32, 3: 769-777; Bendiscioli, G. *et al.* (1965). "Behaviour of Networks Realized with Binary Frequency Dividers" *Il Nuovo Cimento* 1965, 40B: 39-68.

¹⁰ Earl, James A. (1961). "Cloud-Chamber Observations of Primary Cosmic-Ray Electrons" *Physical Review Letters* 1961, 6: 125-128.

¹¹ Tra i lavori al riguardo: Agrinier, D. *et al.* (1965). "The detection and the measurement of energy of electron cascades in a Sma II Lead-Plate Spark Chamber" *Il Nuovo Cimento* 1965, 10, 36: 1077-1088; Agrinier, Bernard *et al.* (1964). "Flux of Primary Cosmic-Ray Electrons of Rigidity Above 4.5 BV" *Physical Review Letters* 1964, 13, 12: 377-380. Furono altresì presentati lavori al Colloque sur l'Electronique Nucléaire di Parigi, 1963 e alla Conferenza di Jaipur e Firenze 1964.

¹² Bland, C. J. *et al.* (1966). "Sign Ratio and Absolute Flux of Cosmic-Ray Electrons" *Physical Review Letters* 1966, 17, 15: 813-816; Bland, C.J. *et al.* (1968). "On the detection and measurement of cosmic ray electrons" *Il Nuovo Cimento* 1968, 55: 451-475.

¹³ Si vedano, tra gli altri, i lavori di Singer, S. Fred (1958). "'Radiation Belt' and Trapped Cosmic-Ray Albedo" *Physical Review Letters* 1958, 1: 171-173; Singer, S. Fred (1958). "Trapped Albedo Theory of the Radiation Belt" *Physical Review Letters* 1958, 1: 181-183.

¹⁴ Boella, Giuliano *et al.* (1963). *Op. cit.*; Boella, Giuliano *et al.* (1965) "Measurement of the Cosmic Ray Neutron Flux at 4.6 Billion Volts Geomagnetic Cutoff Rigidity" *Journal of Geophysical Research* 1965, 70, 5: 1019-1037.

¹⁵ Boella, Giuliano *et al.* (1965). "Latitude Effect on Neutron Albedo Flux" *Il Nuovo Cimento* 1965, 37, 3: 1232-1235.

anche successivamente grazie ad un'ulteriore assegnazione di un progetto ESOF (1968), il cui obiettivo era lo sviluppo di un rivelatore di neutroni ad alta energia in grado di rilevare un possibile flusso di neutroni solari continuo o ad impulsi.¹⁶

Il gruppo era altresì impegnato in misure di elettroni a basse energie (l'interesse era legato al fatto che la misura degli elettroni primari di energia inferiore a 500 MeV soffriva della presenza di elettroni secondari prodotti in atmosfera): nell'aprile 1964 il gruppo propose all'ESRO il progetto S-79 (di cui era Project Manager la Dilworth insieme a J. Labeyrie).

Le misure, basate su uno scintillatore Cerenkov, erano di interesse per determinare la forma dello spettro di energia e paragonarlo a quello ottenuto con osservazioni di tipo radioastronomico; consentivano inoltre di indagare una possibile origine solare. Il progetto fu approvato nel 1965 nel carico definitivo del satellite HEOS-A (ex HEOS-1) e il lancio del satellite avvenne nel 1968.¹⁷

Catturava l'attenzione del gruppo in quel periodo il Sole, protagonista della richiesta ESRO S-88 del marzo 1965 (con J. Bland in qualità di project Manager). Il proposito del progetto era indagare l'emissione gamma solare ad alte energie per cercare di comprendere le condizioni particolari che causano l'emissione dell'enorme flusso di particelle responsabile degli incrementi solari. In particolare si intendeva misurare appena prima di un evento solare in modo da ottenere informazioni sul possibile meccanismo responsabile, per capire il meccanismo dei flares.¹⁸ Basato su un rivelatore direzionale Cerenkov, il progetto fu approvato nel 1965, tra il 1965 e il 1966 ci furono la costruzione del prototipo dell'S88 e le calibrazioni. Il volo seguì, col satellite TD-1, il cui carico di esperimenti complessivo comprendeva, tra gli altri, anche l'S-133 sui raggi gamma cosmici, 70-300 MeV (collaborazione J. Labeyrie, Y. Koechlin, Saclay – G. Occhialini, L. Scarsi, Milano - R. Lüst, Monaco).

L'attività più rilevante del gruppo di Occhialini fu senza dubbio la partecipazione al progetto Cos-B (o Caravane Collaboration) che si deve, in larga misura, proprio al suo intuito e determinazione. Il progetto fu proposto a metà degli anni '60 quando era chiaro da qualche tempo che dall'analisi della radiazione gamma si sarebbe ottenuta l'informazione più completa circa i processi nucleari e ad alta energia¹⁹ e in un periodo di fervido sviluppo, sul piano sperimentale e teorico.²⁰ Nel novembre 1965, i firmatari della proposta, la S-111, J. Labeyrie (Service d'Electronique Physique, Saclay), R. Lüst (Max-Planck Institut für Extraterrestrial Physik, Monaco) e G. P. S. Occhialini, (Istituto di Scienze Fisiche dell'Università, Milano) potevano contare su un sodalizio costituito con le collaborazioni precedenti ma proposero qualcosa di innovativo: le misure richiedevano l'uso di un satellite dedicato, una missione *single-purpose*, a differenza delle missioni multiple (che comprendevano anche una decina di esperimenti) dei satelliti di prima generazione ESRO.

Basata sull'uso di una spark chamber, la proposta prevedeva di indagare i raggi gamma con energia superiore a 100 MeV e misurare il flusso, lo spettro di energia e il grado di anisotropia della radiazione. Contestualmente si trattava di cercare e studiare

¹⁶ Una dettagliata descrizione è data in Cortellessa, Paolo et al. (1970) "A search for solar neutrons near solar maximum" *Solar Physics* 1970, 14: 427-439.

¹⁷ Bland, C.J. et al. (1968). *Op. cit.*

¹⁸ Bland, C. J. (1966). "High-Energy Gamma-Rays as a Means of Investigating Solar Flares" *Il Nuovo Cimento* 1966, 44 B, 2: 427-433.

¹⁹ Morrison, P. (1958). "On Gamma-Ray Astronomy" *Il Nuovo Cimento* 1958, 7, 6: 858-865.

²⁰ Ginzburg, V. L.; Syrovatskii (1965). "Some Problems of Gamma and X-Ray Astronomy" *Soviet Physics-Uspeski* 1965, 7, 5: 696-720.

sorgenti di raggi gamma discrete; si prefiggeva inoltre di effettuare misurazioni di elettroni della radiazione cosmica primaria (di energia superiore a 1 BeV), del flusso assoluto e dello spettro di energia dettagliato, del rapporto alfa/protoni e delle sue variazioni col variare dello spettro di energia e delle variazioni temporali del flusso assoluto.

Dopo una lunga fase di discussione prima dell'accettazione²¹, nel 1970, il satellite fu lanciato nell'agosto del 1975.²² Fu un grande successo: produsse un flusso continuo di dati utili fino all'aprile 1982 quando gli strumenti a bordo furono spenti per irreversibile deterioramento del rivelatore principale.

Al di là dell'indiscusso valore scientifico del progetto che portò alla prima mappatura gamma della Galassia,²³ Cos-B ha avuto grande rilievo nelle decisioni strategiche in seno all'ESRO, sia perché primo satellite ad esperimento unico, sia per la gestione – tutta europea – di un'esperienza di così grande portata.

La molteplicità della ricerca in ambito spaziale si inquadrava, dalla metà degli anni '60, in uno scenario in evoluzione sul piano istituzionale. La comunità dei ricercatori in fisica spaziale si estendeva a comprendere anche astronomi e astrofisici²⁴, i gruppi si ingrandivano: né le università né l'INFN potevano gestire e sostenere l'attività spaziale che ne derivava. Con Carlo Castagnoli e Giampietro Puppi Occhialini si fece promotore della costituzione del Gruppo di Fisica Cosmica, nell'ambito della Commissione per le Ricerche Spaziali del CNR. Nel 1967 fu istituito il Gruppo di Ricerca per la Fisica Cosmica (GIFCO), organo di ricerca del CNR,²⁵ di cui faceva parte (oltre a quelli di Bologna, Roma e Torino) il Laboratorio per ricerche in Fisica Cosmica e Tecnologie Relative di Milano.

Nel corso degli anni di cui stiamo trattando Occhialini fu coinvolto nelle attività del gruppo COS della COPERS prima, dell'ESRO poi. Fu membro dell'Ad Hoc Working Group COS della COPERS nel 1962-1963 e dell'ESRO nel 1964-1965; dal 1968 al 1971 fu membro del Launching Programme Advisory Committee (LPAC) di ESRO. La Dilworth, a sua volta, fu membro del COS nel 1967-1968.

Dal 1972 in avanti Occhialini si allontanò via via dalla scena scientifica e istituzionale; è indubbio il suo ruolo nell'aver portato la fisica spaziale europea a livelli confrontabili con quelli americani, da una parte, e nell'aver costituito a livello italiano (ed europeo) un'importante scuola di astrofisica: molti dei nomi di rilievo dell'astrofisica italiana tutt'ora attivi si sono formati sotto la sua direzione. Ebbe grandi abilità sperimentali da una parte e manageriali dall'altra, che spese con vigore nel creare gruppi di lavoro vivaci, con ricercatori e tecnici di grande abilità, stimolandoli con esperienze di lavoro all'estero, lavoro di gruppo e immissioni di visitatori e membri stabili stranieri.

²¹ Le fasi dell'approvazione sono discusse in Russo, Arturo (1992). "Choosing big projects in space research: the case of ESRO's scientific satellite Cos-B" *History and Technology* 1992, 9: 27-61 e in Krige, John; Russo, Arturo (2000), *Op. Cit. (Vol. I)*, pag. 193-216.

²² L'esperimento è descritto in Bignami, Giovanni Fabrizio et al. (1975). "The Cos-B Experiment for Gamma-Ray Astronomy" *Space Science Instrumentation* 1975, 1: 245-268.

²³ Cos-B ha prodotto centinaia e centinaia di pubblicazioni tra cui: Swanenburg, B. N. et al. (1981). "Second COS-B Catalog of High-Energy Gamma-Ray Sources" *The Astrophysical Journal* 1981, 243: L69-L73; Bloemen, J. B. G. M. et al. (1984). "The radial distribution of galactic gamma rays" *Astronomy and Astrophysics* 1984, 135: 12-22.

²⁴ Agli esordi c'erano solo fisici dei raggi cosmici ed ingegneri aerospaziali.

²⁵ Decreto D.P.C.M., 26 gennaio 1967. CNR – Boll. Uff. (Ord.), A. V: - Suppl. IV, 21 dicembre 1968.

Nel suo lavoro di messa a punto di apparati e tecniche sperimentali contribuì a coinvolgere l'azienda italiana del settore che ancora oggi ricopre un ruolo di prim'ordine nella realizzazione di strumentazione spaziale.

Dagli anni '80 si ritirò a Marcialla in Toscana; morì nel dicembre 1993. Tre anni dopo veniva lanciato Beppo-Sax, satellite ASI per l'esplorazione X che ha lavorato ben oltre i due-quattro anni previsti dalla missione.