

LETTURE SCIENTIFICHE



Ricordo di Piero Caldirola, a vent'anni dalla sua scomparsa

E. Recami

Facoltà di Ingegneria, Università statale di Bergamo; INFN - Sezione di Milano

La fisica moderna — per comune consenso — è nata con Galileo, il quale ebbe anche la dote di saper creare una fiorente “scuola” di fisica. Ma la condanna da parte della Chiesa delle idee di Galileo (che, considerati i tempi, non recò troppo danno al Maestro), ebbe il risultato di impedire lo sviluppo in Italia della scuola galileiana. Passarono quasi due secoli prima che si rivelasse in Italia un altro grande fisico, Alessandro Volta, il quale generò quel filone di ricerche che portarono (nell'Ottocento) alle applicazioni tecnologiche di Antonio Pacinotti, Galileo Ferraris e Augusto Righi e (nel Novecento) a quelle di Guglielmo Marconi. Ma non ne derivò una vera “scuola”. Solo Enrico Fermi riuscì a generare di nuovo, ben tre secoli dopo Galileo, un esteso e moderno movimento in seno alla fisica italiana. Quali centri di irradiazione di questa “rinascita galileiana” in generale si ricordano, giustamente, Roma (O. M. Corbino, E. Fermi, F. Rasetti, E. Amaldi, E. Majorana, B. Pontecorvo, E. Segrè, O. D'Agostino) e Firenze (B. Rossi, G. Bernardini, G. Occhialini,...). Ma così facendo si dimenticano vari altri centri che, anche se influenzati in modo notevole dai primi, ebbero poi un ruolo importante per la fisica italiana del Novecento; ad esempio: Padova, Palermo, Pavia e Milano, Torino, e così via.

Associato alle sedi di Pavia e Milano c'era — insieme con quelli di A. Pontremoli, G. Gentile jr., L. Giulotto, G. Occhialini, G. Polvani — il nome di Piero Caldirola, una delle figure più interessanti e poliedriche della scienza italiana del XX secolo. Basterà dire che, con la sua apertura mentale e il suo animo di pioniere, il fisico teorico Caldirola è stato: i) uno dei creatori della scuola italiana di fisica teorica dello stato solido; ii) il fondatore del Gruppo di Ricerca per l'Elettronica Quantistica (Milano) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), del laboratorio di Fisica del Plasma (Milano) del CNR, e della *International School of Plasma Physics* (Varenna), che da lui ora prende il nome; iii) socio fondatore del FIEN (Forum Italiano Energia Nucleare) e Presidente europeo del FORATOM (Forum Atomico Europeo); iv) vice-presidente mondiale della *International Radiation Protection Association* (IRPA); v) rinnovatore al seguito di G. Polvani e altri, agli inizi degli anni cinquanta, del prestigio del “Nuovo Cimento”, vi) grande didatta, sia dalla cattedra, sia coi suoi testi: da quelli universitari di fisica teorica a quelli elementari per i licei; vii) illustre divulgatore con interessi epistemologici, sia dalle pagine dei maggiori quotidiani italiani, sia coi suoi libri. Tutto ciò, beninteso,

oltre alla propria attività di ricerca pura in fisica; ricerca che, diciamolo subito, va: a) da una teoria dell'elettrone e dei leptoni; b) a una equazione quantistica per sistemi dissipativi; c) al ruolo di ispiratore degli studi sui metodi ergodici in meccanica statistica e sulla teoria quantistica della misura della "scuola di Milano" (A. Loinger, G. M. Prosperi, ecc.); d) ad una attività di collaborazione alla costruzione di una teoria classica unificata delle interazioni gravitazionali e forti.

Nato nel 1914 a Como, Piero Caldirola studia al noto "Collegio Ghislieri" di Pavia, avendo come professori illustri fisico-matematici quali A. Palatini e R. Serini. Laureatosi nel 1937 in fisica, anche lui si reca nel 1938 a Roma da Fermi (il quale, tra parentesi, prese subito a stimarlo, tanto da avere poi un ruolo non secondario — dall'America — nella sua vincita, nel 1947, di una cattedra di fisica teorica), ove incontra anche Ugo Fano e soprattutto il brasiliano Mario Schönberg, dalle cui idee resta influenzato. Passa quindi a Padova da Gian Carlo Wick, ove studia il metodo di Rabi per la misura dei momenti magnetici. Intanto si occupa di relatività e fisica delle particelle. Nel 1939 è nominato assistente di fisica sperimentale a Pavia, mediante un concorso nazionale da cui escono vincitori Caldirola, Piccioni e Pancini. A Pavia inizia la collaborazione con L. Giulotto, raffinato fisico sperimentale, sull'effetto Fermi e soprattutto sull'effetto Raman nei liquidi. Analizzandone la struttura fina, verso il 1940 si avvedono, per la prima volta, di quello che sarà poi chiamato *Lamb shift* [*Nuovo Cimento* **43**, 249 (1941)], anche se altri, credendo in un errore sperimentale (ed eccessivamente prudenti), dissuadono Caldirola dal continuare le speculazioni teo-

riche per spiegare l'effetto osservato con Giulotto.

Nel frattempo si lega in amicizia con Gleb Wataghin e con A. Carrelli, che per esempio apprezza le sue applicazioni della teoria dei gruppi. Un articolo sulle forze non conservative in meccanica quantistica [*Nuovo Cimento* **43**, 393 (1941)] viene, molto apprezzato da Enrico Fermi.

Durante la guerra, consegue nel 1941 la libera docenza in fisica teorica, insieme con B. Ferretti e N. Dallaporta. Serini, allora, rinuncia a un secondo incarico a Pavia, così che Caldirola possa insegnarvi fisica teorica. (Nella vicina Milano era ordinario di fisica teorica Giovannino Gentile, figlio dell'illustre filosofo Giovanni Gentile, nonché fondatore delle statistiche intermedie, o "parastatistiche"). Sempre durante la guerra, rivela la sua rara capacità di fare teoria sopra di una questione pratica, trovando l'equazione di stato di gas a pressioni fino a 500 000 atmosfere.

Nella prima metà del secolo, i concorsi nazionali a cattedre di fisica teorica erano rari in Italia (ancor più che oggi). Dopo il concorso del 1927, in cui andò in cattedra il giovane ventisettenne Enrico Fermi, ci fu il concorso del 1937 (in cui presero la cattedra Ettore Majorana — a Napoli —, Gian Carlo Wick — a Padova —, Giulio Racah — a Firenze —, e Giovannino Gentile — a Milano —), e quindi un nuovo concorso nel 1947: è in questa data che Caldirola vince la "*full-professorship*" in fisica teorica, passando come straordinario a Pavia e quindi, nel 1949, come ordinario a Milano. A Milano, lo seguono i giovani Fieschi (che va per un periodo ad Amsterdam da De Groot) e Gulmanelli, e poi Albertoni. Quindi arrivano, o vi si formano, Chiarotti, Bassani, Baldini, Nardelli. A Mila-

no, così, coagulato da Caldirola, si forma il primo gruppo italiano di fisici teorici dello stato solido (formato in prevalenza da ex-studenti del "Collegio Ghislieri" di Pavia). A Pavia, anzi, si forma contemporaneamente un gruppo sia teorico, sia sperimentale (il primo in Italia), soprattutto con Giulotto e con Fumi, arrivato da Urbana, Ill., con la sua esperienza sui centri di colore. Questo gruppo collaborerà anche col Centro Europeo di Ispra (Varese). La fisica dello stato solido passa così da Pavia a Milano, a Parma, a Messina, e quindi a Roma; e nelle altre sedi italiane (come Catania).

Alle vicende della fisica del dopoguerra Caldirola prese parte con la naturale vitalità e l'entusiasmo che metteva nel lavoro scientifico e in quello organizzativo. In Lombardia, in particolare, non c'è stato laboratorio o scuola di ricerca in cui Caldirola non abbia svolto un ruolo determinante; a partire dal 1966, ad esempio, fu membro del comitato scientifico del CISE (Segrate). La maggior parte delle attività teoriche, sperimentali, organizzative — cui si è accennato più sopra — viene svolta da Milano. Dopo essersi occupato a lungo di fisica teorica (mesoni, fisica nucleare e atomica, relatività, fondamenti della meccanica statistica, ecc., valutando in particolare la correzione relativistica al momento magnetico del deutone, e producendo una teoria fenomenologia della radiazione cosmica nell'atmosfera), sempre guidato dal suo spiccatissimo senso fisico passa a campi più applicativi, quali: la propagazione di onde elettromagnetiche nei plasmi debolmente ionizzati, i momenti magnetici dei nuclei, la biofisica, la fisica sanitaria (i radioisotopi nella terapia dei tumori, i fenomeni di risonanza nei plasmi quali mezzo diagnostico, ecc.), la fusione ter-

monucleare, e una teoria del processo di separazione isotopica per diffusione gassosa. In quest'ultimo settore, con la sua grande versatilità, prese un brevetto che fu adoperato dal CISE, dalla Montedison, dalla Finsider, e dal *Commissariat à l'Énergie Atomique* (CEA) nell'impianto di arricchimento di Pierrelatte.

L'attività teorica maggiore, come si è già accennato, la dedica però ai seguenti temi:

A) All'introduzione di un quanto di tempo (cronone) nella teoria relativistica dell'elettrone classico, il cui moto è descritto da una equazione alle differenze finite; quantizzando tale approccio, ne segue una teoria unitaria dei leptoni, forse l'unica che ne fornisca le masse. Negli ultimi anni (in collaborazione soprattutto con R. Bonifacio) ha studiato le promettenti connessioni della sua equazione alle differenze finite con la risoluzione del problema quantistico della misura.

B) Alla teoria quantistica dei sistemi dissipativi (equazione di Caldirola-Kanai ed equazione di Caldirola-Montaldi) e alla sua connessione con la "master equation" che sta alla base della meccanica statistica quantistica. È interessante notare che le equazioni quantistiche, sia al punto A), sia al punto B), rientrano nel più generale formalismo Lie-ammissibile, come ampiamente rilevato in un congresso del 1983 a Cambridge, Mass., congresso che risultò praticamente dedicato all'opera pionieristica di Caldirola: quasi un *Festschrift* scientifico; anche se nessuno allora lontanamente immaginava che si trattasse già di una festa di addio.

C) Alla teoria della misura e ai teoremi ergodici in meccanica quantistica.

D) Ad alcune fasi (in collaborazione con E. Recami e altri) della costruzione di una teoria degli adroni basata

sui metodi della relatività generale. In collaborazione con Recami si è occupato anche di alcune questioni di fondamento, quali il concetto di tempo in fisica, o la risoluzione dei problemi causali posti dalla eventuale esistenza di moti superluminali.

E) Alla didattica, che era in lui passione schietta, ricambiata dalla stima degli allievi. Ad esempio, è stato a Milano per 35 anni professore di fisica teorica, insegnando però vari altri corsi (tra cui fisica generale, nonché quello di fisica del reattore nucleare presso il Politecnico). Ma, limitandoci ai libri da lui scritti, ricordiamo *Istituzioni di Fisica Teorica; Introduzione alla Fisica Torica* (in collaborazione con R. Cirelli e G. M. Prospéri); *Separazione degli Isotopi dell'Uranio* (in collaborazione con R. Fiocchi); *Elettromagnetismo* (in collaborazione con M. Fontanesi e E. Sindoni); *Dalla Microfisica alla Macrofisica; Teoria fisica e Realtà* (in collaborazione con A. Loinger); *Teoria della Relatività Generale*; e *Teoria Quantistica Relativistica*.

Oltre a quelli già citati, Caldirola ricoprì altri numerosi incarichi direttivi nel settore della ricerca e dall'insegnamento. Dal 1960 al 1967 fu direttore dell'Istituto di Fisica dell'Università di Milano, e direttore dal 1961 al 1984 delle Scuole di Perfezionamento in "Fisica Atomica e Nucleare" e in "Fisica Sanitaria e Ospedaliera" della stessa Università. In precedenza, dal 1951 al 1960, era stato direttore della Sezione di Milano dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare). Per molti anni consulente del CNEN e dell'ENEA, è stato poi membro del "Comitato per la Fisica" e del "Comitato Tecnologico" del CNR. Nel 1965 fu parte, quale massimo rappresentante scientifico italiano, del "Sindacato di Stu-

di per la Costruzione dell'Impianto Europeo per la Separazione Isotopica dell'Uranio" costituito in seno alla CECA (Comunità Europea del Carbone e dell'Acciaio); nonché del Gruppo di Lavoro Killian costituito dal Consiglio della NATO per la creazione di un "Istituto Internazionale della Scienza e della Tecnologia", essendo poi membro, dal 1965 al 1975, di vari Comitati della stessa NATO. Nel 1961 fu nominato direttore scientifico del reattore nucleare del CAMEN (San Pietro a Grado). Dal 1968 al 1973 è stato pure membro del "*Group de Liaison pour la Physique du Plasma et la Fusion Controlée*" dell'EURATOM; e dal 1966 al 1977 Presidente del Gruppo di Gestione Euratom-CNEN per studi sulla fusione termonucleare controllata presso i Laboratori Gas Ionizzati di Frascati. Dalla fondazione (1968) fu chiamato a presiedere anche il GIAU (Gruppo Italiano Arricchimento dell'Uranio), che riunì fino al 1978 intorno al CNEN la Confindustria, il FIEN, e le maggiori industrie nazionali interessate al progetto, sfociando nella partecipazione italiana alla costituzione della società Eurodif e alla costruzione del suo impianto di Tricastin. Ancora nel 1968 entrò a far parte del consiglio del FIEN, essendone eletto Presidente nel 1976: nei suoi otto anni di presidenza si dedicò, fino alla sua scomparsa, alla collaborazione internazionale ed in particolare alle attività legate all'integrazione europea; quale presidente di questo Forum rappresentò l'Italia nel comitato di direzione del Foratom, divenendone — come già si è detto — Presidente a Madrid, nel 1981.

Dal 1980 in poi è stato membro del Comitato Scientifico e Tecnico dell'EURATOM, dando per anni il suo contributo per l'integrazione della ricerca europea

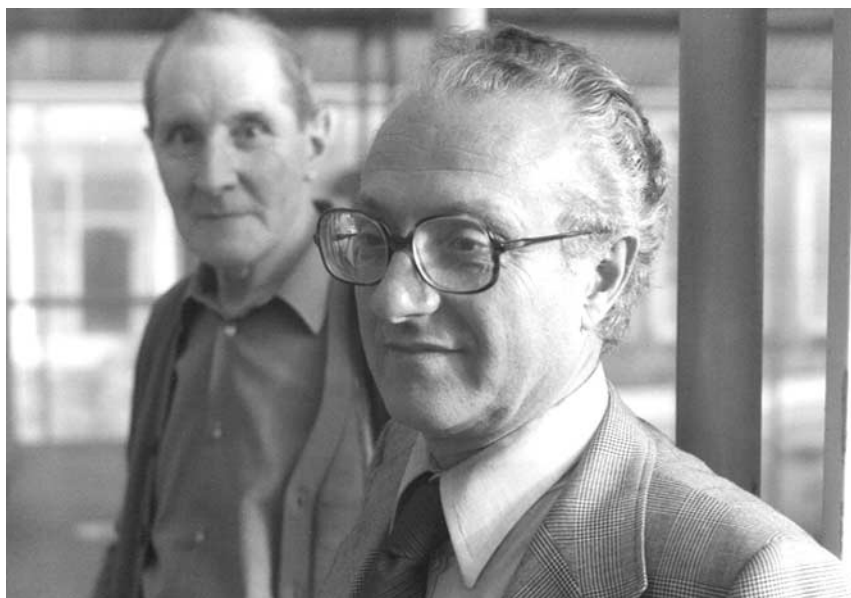


Fig. 1. – Piero Caldirola nel 1976, in Sicilia, insieme col pittore Aldo Galli. (foto dell'A.)

al Centro Comune di Ricerca della CEE (Commissione delle Comunità Europee), ed in particolare al Programma Fusione (e alla Divisione Radioprotezione) di Ispra.

Tra i numerosi premi, ottenuti da Caldirola nel corso della sua carriera scientifica, rammentiamo il Premio Nazionale del Presidente della Repubblica (1956), la Medaglia d'Oro dei Benemeriti della Scuola, della Cultura, e dell'Arte (1971), un premio della Società Italiana per il progresso della Scienza (1939), il Premio Somaíni per la Fisica (1952), la medaglia d'oro Alessandro Volta (1978), e la Grande Medaglia d'Oro del premio Civico di Como (1984). Nominato Socio corrispondente dell'Accademia Nazionale dei Lincei, nei 1957 ricevette inoltre un Premio Nazionale dell'Accademia.

Vice-presidente della Società Italiana di Fisica dal 1959 al 1961, fu anche membro dell'Accademia delle Scienze di To-

rino e dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Per molti anni ha fatto parte del consiglio della FAST (Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche), in Milano, ed ha presieduto lo speciale comitato della stessa FAST che fondò nel 1956 le "Giornate dell'Energia Nucleare" di Milano, curandone le 14 edizioni fino al 1976. Dal 1961 al 1973 è stato presidente della Società Italiana di Fisica Sanitaria, divenendo fondatore (e poi presidente onorario) della Associazione Italiana di Protezione contro le Radiazioni; si è già detto, poi, che (dal 1964 al 1974) fu Vice-Presidente mondiale dell'IRPA. Presidente della commissione italiana della *International Union of Pure and Applied Physics* dal 1962 al 1967, nonché presidente scientifico del "Centro A. Volta", fu inoltre condirettore della rivista "Scientia", e membro dell'*Editorial Board* del "Nuovo Cimento". Nel settore applicativo e industriale, fu chiamato da



Fig. 2. – Piero Caldirola (in Sicilia, nel 1976), insieme con Aldo Galli e l’A.

Enrico Mattei nel 1958 a far parte del primo Consiglio di Amministrazione dell’Agip Nucleare. Dal 1960 al 1963 fu consigliere d’amministrazione anche della Società Laboratori Riuniti dell’ENI (Ente Nazionale Idrocarburi).

Ma tutto ciò non dice della disinvolta semplicità con la quale affrontava i problemi, della limpida chiarezza delle sue idee, e tanto meno della sua cordiale comunicativa e simpatia. Ne rammentiamo le caratteristiche e le qualità umane a quanti lo conobbero o avvicinarono. Qui ricordiamo solo che la sua apertura e molteplicità di interessi lo portarono ad appassionarsi all’arte moderna, e in particolare (anche in virtù della sua fervida amicizia col pittore e scultore Aldo Galli, esponente di quel “Gruppo di Como” che nel 1922 diede praticamente vita all’*Astrattismo* in Italia) con quel tipo di arte astratta che — inventando organismi strutturali complessi, ove ogni linea ed ogni colore “devono stare esattamente al loro posto” (come diceva Aldo Galli) —

rivela affinità con lo spirito e le metodiche della scienza.

Piero Caldirola ci lasciò all’età di 69 anni, il 31 luglio 1984, in Milano. Con lui è scomparso uno dei più espressivi “scienziati umanisti”. Speriamo che con lui non ne sia scomparso uno degli ultimi.

Chi scrive è grato alla Signora Emilia Caldirola per la gentile collaborazione, e a vari colleghi per le preziose informazioni fornitegli. Questo articolo è basato sulla propria prefazione all’opera in quattro volumi *Selected Papers of Piero Caldirola*, a cura di E. Recami, R. Mignani e R. M. Santilli (Hadronic Press Inc.; USA), pp. 1-1418; opera a cui si rimanda per un elenco delle pubblicazioni del Nostro e la riproduzione dei suoi articoli più significativi. Le foto che corredano questo scritto sono dovute all’autore, e sono state effettuate nel 1976 in Sicilia durante una visita — insieme col pittore Aldo Galli — alla “Villa romana del Casale” di Piazza Armerina.