

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI  
**RENDICONTI**

---

MARIO GIROLAMO FRACASTORO

**Giorgio Abetti**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 75 (1983), n.5, p. 259–287.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1983\\_8\\_75\\_5\\_259\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1983_8_75_5_259_0)>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)*

*SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>



MARIO GIROLAMO FRACASTORO

# GIORGIO ABETTI

COMMEMORAZIONE TENUTA NELLA SEDUTA DEL 26 NOVEMBRE 1983



MARIO GIROLAMO FRACASTORO (\*)

## GIORGIO ABETTI

Con profonda commozione mi accingo a ricordare in questa sede l'opera e la figura di Giorgio Abetti, consapevole tuttavia che quest'onore sarebbe toccato per le vie naturali ad Attilio Colacevich, oppure a Guglielmo Righini, ambedue allievi di Abetti più anziani di me ed anche Soci di questa Accademia.

L'uno e l'altro, tuttavia, gli sono premorti e pertanto mi sia consentito in questa occasione di unire il loro ricordo a quella del comune Maestro, che oggi commemoriamo.

\* \* \*

Come ho scritto altrove, mi sembra di poter identificare nell'Astronomia italiana un filone emiliano, che si rifà a G.B. Amici, modenese (1786-1859), ed un filone veneto, che si rifà tuttavia al toscano Giovanni Santini (1787-1877), per lunghissimi anni professore di Astronomia a Padova e predecessore nella cattedra e nella direzione dell'osservatorio di quel Giuseppe Lorenzoni (1843-1914) che fu il portabandiera di una prestigiosa schiera di astronomi veneti particolarmente rinomati nel campo dell'astronomia classica.

Emiliani come l'Amici furono invece il Padre Angelo Secchi (1818-1878) di Reggio Emilia, Lorenzo Respighi (1824-1889) di Cortemaggiore, Pietro Tacchini (1838-1905) e Annibale Riccò (1842-1919), ambedue modenesi. Tutti si distinsero nell'Astrofisica, allora nascente.

La vita e l'attività scientifica di Giorgio Abetti mi appare come una sintesi felice fra la scuola padovana, dov'egli si era formato, e l'eredità ormai lontana degli astrofisici emiliani, continuando egli a Firenze l'opera lasciata interrotta a Catania dal Riccò.

\* \* \*

Nel Gennaio 1894 Antonio Abetti (1846-1928), chiamato alla cattedra di Astronomia nel Regio Istituto di Studi Superiori di Firenze, assunse la direzione dell'Osservatorio di Arcetri, accingendosi a risollevarlo dallo stato di grave decadimento in cui era caduto per un complesso di circostanze avverse, e lo fece con la grande competenza strumentale e tecnica che gli era da tutti riconosciuta.

(\*) Discorso commemorativo letto nella seduta del 26 novembre 1983.

Ma egli non fu soltanto il vero e proprio rifondatore dell'osservatorio, ma anche il precursore di quell'attività astrofisica che per decenni avrebbe caratterizzato Arcetri fra tutti gli osservatori italiani. Perciò sembra opportuno che si ricordi qualcosa della sua opera, anche perché proprio da lui abbiamo le prime notizie sull'attività del figlio Giorgio.

Antonio Abetti era di scuola padovana, di poco più giovane del Lorenzoni. Appena possibile inizia una serie di osservazioni micrometriche di pianetini e comete all'equatoriale detto di Amici, perché munito di un obiettivo di 28 cm di apertura, realizzato appunto dallo stesso Amici qualche decennio prima. Lo raggiunge ad Arcetri da Padova nel 1896, come aiuto, Bortolo Viaro (1870-1922), il quale, lavorando con un cerchio meridiano, gli fornisce le posizioni sulla sfera celeste delle stelle cui sono riferite le misure relative eseguite dall'Abetti stesso. Questi pubblica annualmente un fascicolo intitolato « Osservazioni e Memorie dell'Osservatorio Astronomico di Arcetri », ove cominciano ben presto gli accenni alla cooperazione avuta dal figlio Giorgio, almeno fino a quando questi non si trasferisce a Padova, per iscriversi al corso di laurea in Fisica. Talché, nel 1905, a proposito di questa cooperazione, il padre scrive:

« Egli, inclinato alla carriera astronomica, consentiva a passar meco, in addietro, le serate all'equatoriale per farmi guadagnar tempo a profitto di un numero più copioso di posizioni, incaricandosi di piccoli servigi, tra cui quello maggiore di scrivere sotto dettatura le letture al micrometro e le annotazioni; ma ora, appunto per ragione di studio astronomico, è lontano da me e il suo aiuto mi manca. Perseverando egli con buona promessa nel suo ben avviato cammino, nella scuola di Padova e poi altrove, all'estero, mi riprometto che in un avvenire non lontano possa dare un nuovo e ben più importante contributo alla produzione di Arcetri così che le sue giovani forze ben addestrate temperino in qualche modo il difetto di quelle mie, ognora più insufficienti ».

E continua:

« Ricorderò altresì che nel 1894 ebbi la fortuna di condurre qui il Tacchini a visitarvi i lavori in corso, insieme a George E. Hale, venuto allora in Europa, per concordare con lui ed altri eminenti Astrofisici la fondazione della sua ben nota rivista internazionale *The Astrophysical Journal* ».

Quando ebbe luogo questa visita, Giorgio non aveva ancora 12 anni, ma ebbe certamente occasione di sentir parlare da Hale, che ne aveva appena 26 ma già contava molto a livello internazionale, della nascente Astrofisica e dei meravigliosi orizzonti, che essa apriva alla ricerca. Da questo incontro con Hale il piccolo Giorgio trasse certamente motivi di entusiasmo, ed anche il padre ebbe indicazioni preziose sulle prospettive, che l'Astrofisica offriva, pur rimanendo egli stesso un cultore tenace e fermissimo di quella che oggi si chiama Astronomia fondamentale.

Anche la prima produzione scientifica di Giorgio Abetti si mantiene in questo campo, anche se - studente di Fisica a Padova - collabora validamente col dott. A. Alessio nella misura del periodo di oscillazione di quattro pendoli destinati a misure di gravità. Le *Astronomische Nachrichten* riportano le osserva-

zioni da lui effettuate del pianetino *Peraga* e della cometa 1903 IV all'equatoriale di Amici. Una nota sul sesto satellite di Giove (Febbraio 1905) è firmata dal *dott.* Giorgio Abetti (si era laureato in Fisica alla fine del 1904) e Vincenzo Cerulli gli scrive in proposito da Roma una cartolina piena di elogi.

Seguono altre osservazioni di pianetini. Poi, nel Gennaio 1906, Giorgio Abetti lascia l'Italia per recarsi all'osservatorio di Berlino « a scopo di perfezionamento astronomico » (così scrive il padre). Dopo pochi mesi di soggiorno nella capitale tedesca, Giorgio si trasferisce (Agosto 1906) a Heidelberg, dove collabora all'osservazione di satelliti di Saturno, al servizio del tempo e alla misura di parallassi stellari, mediante osservazioni al cerchio meridiano. A Heidelberg, il Nostro lavora con la qualifica di assistente di ruolo presso l'Istituto di Astronomia. C'è anche un Istituto di Astrofisica, diretto da Max Wolf, ma non risulta che il giovane Abetti abbia avuto contatti con esso. E questo può apparire abbastanza strano.

Nel 1908 il Nostro lascia la Germania per recarsi all'osservatorio di Yerkes (Williams Bay, Wisconsin, USA) e là avviene finalmente il suo primo impatto con l'Astrofisica, attraverso l'osservazione e lo studio di protuberanze solari eruttive, in collaborazione con P. Fox. Subito dopo, si reca all'osservatorio di Monte Wilson, in California, appena inaugurato e diretto proprio da G.E. Hale, e vi resta fino al Giugno 1909.

Hale nutre una sincera simpatia per questo giovane italiano, che ricorda giovanetto durante la visita ad Arcetri nel 1894. Si compiace di recitargli versi di Dante nella lingua originale. Soprattutto nasce in lui il convincimento che egli possa rilanciare in Italia le sorti dell'Astrofisica, in special modo della fisica solare, raccogliendo l'eredità di Secchi, Tacchini e Riccò.

Rientrato in Italia, il Nostro si immerge di nuovo nella routine dell'astronomia di posizione e riprende le osservazioni al cerchio meridiano, questa volta per lo studio dei moti propri di alcune stelle. Viene presto destinato all'osservatorio del Collegio Romano (quello, per intenderci, dove il Padre Secchi aveva effettuato le sue celebri ricerche sul sole e su gli spettri stellari) e là può fare un piccolo passo verso la fisica stellare, usando il rifrattore Steinheil di 38 cm per misurare stelle doppie visuali. È noto che le orbite ottenute da tali misure permettono di valutare, quando sia nota la parallasse di questi sistemi, le masse delle componenti, un parametro fondamentale per la conoscenza fisica delle stelle. Di converso, facendo ipotesi ragionevoli sulle masse, è possibile avere un'indicazione attendibile sulla distanza di tali sistemi, attraverso quelle che vengono chiamate « parallassi dinamiche ». Sempre a Roma, l'Abetti rielabora le misure di parallassi stellari trigonometriche effettuate nel periodo di Heidelberg, col cerchio meridiano munito di un micrometro autoregistratore. Il metodo è ingegnoso, anche se i risultati hanno soltanto un valore storico. Esso consiste nel misurare gli istanti dei passaggi al meridiano di stelle presunte vicine, dedurre le posizioni geocentriche e, dalle differenze riscontrate rispetto alle posizioni eliocentriche, risalire alla componente in ascensione retta dello spostamento annuo dovuto appunto alla parallasse.

Nel pieno di queste attività, Giorgio Abetti, promosso intanto astronomo-aggiunto, si unisce (Giugno 1913) alla spedizione De Filippi per il Karacoràn, con le mansioni di astronomo-geodeta e geofisico, e mette così a profitto l'esperienza fatta da studente con l'Alessio. Il rientro, previsto per il Novembre 1914, è anticipato di qualche mese, a causa dello scoppio della prima guerra mondiale. Ma, nel 1918, l'Abetti è di nuovo negli Stati Uniti, per osservare l'eclisse totale di sole dell'8 Giugno a Green River, nel Wyoming, a 1800 metri sul mare, insieme con gli astronomi di Monte Wilson, dove ormai è di casa. Il suo nome è citato come quello del *Lieutenant* G. Abetti: infatti egli era ancora in servizio militare. A Monte Wilson, continua a lavorare nel campo delle stelle binarie e pubblica con A.H. Joy, suo coetaneo, una nota sull'orbita della binaria spettroscopica *Boss 2285*, dedotta da misure di velocità radiali di una componente del sistema, velocità che variano periodicamente in conseguenza del suo moto orbitale. Questo metodo di ricerca, che permette di ricavare molti dei parametri fisici del sistema, richiede un'attrezzatura strumentale ad hoc, e cioè uno spettrografo a fenditura applicato ad un riflettore abbastanza potente, che in Italia a quei tempi non esiste.

Ripreso il servizio al Collegio Romano, Abetti pubblica una nota sul sistema multiplo  $\xi$  *Ursae Majoris* e un'altra sulla densità delle componenti dei sistemi binari visuali (1919). Pubblica anche le sue prime esperienze di fotografia di spettri stellari col prisma-obiettivo Merz-Secchi da osservazioni effettuate al Collegio Romano. Ma, accanto alla data di pubblicazione (1920) è segnata la residenza in Arcetri, così come per il lavoro successivo « Ricerche sulle righe dell'Idrogeno e del Calcio nelle stelle del I e II tipo di Secchi ». Infatti, Giorgio ha ottenuto il trasferimento a Firenze, non solo per aiutare il padre, ormai prossimo al pensionamento, ma soprattutto per realizzarvi quel cambiamento verso l'Astrofisica, da tutti ormai auspicato. La sua venuta a Firenze era stata infatti preceduta da una delibera della Facoltà (29 Luglio 1919) nella quale si dichiarava che « egli dava per l'indole dei suoi studi e per la pratica acquistata con Hale a Monte Wilson e a Pasadena in California affidamento di saper prestare valido concorso al Direttore dell'Osservatorio di Arcetri nell'installazione e nell'uso del telescopio a torre ». Inoltre, per suggerimento di Antonio Abetti, ma anche per il gran bene che si dice del nuovo ramo così promettente dell'Astronomia, e cioè dell'Astrofisica, la Facoltà di Scienze aveva espresso il voto che venisse annoverata fra le sue materie di studio anche l'Astrofisica e che l'osservatorio cambiasse la sua denominazione in « astrofisico ».

In effetti, Giorgio Abetti aveva elaborato un suo progetto per la torre solare da costruire in Arcetri, con qualche miglioramento rispetto a quella eretta da Hale a Monte Wilson, ed aveva anche ottenuto durante la sua seconda visita negli Stati Uniti dalla Fondazione Hale un contributo di 2000 dollari (20 Marzo 1920) per la realizzazione di questo progetto. Altri 500 dollari erano stati elargiti dalle *National Science Foundation* per la costruzione di uno spettroeliografo, che – come diremo – è il naturale e indispensabile complemento di una torre solare.

È di questi anni uno studio del Nostro sullo spettro della cromosfera solare, osservata in occasione delle eclissi del 1905 e del 1914, con un'analisi della diversa distribuzione dei « vapori » della cromosfera stessa in corrispondenza delle varie fasi di attività undecennale del sole.

\* \* \*

L'immediato dopoguerra fu denso di avvenimenti molto importanti per tutta l'astronomia italiana, avvenimenti che conviene ricordare, perché non privi di interazione con quelli stessi di Arcetri.

Nel Settembre 1919 muore a Catania di malaria perniciosa Annibale Riccò, e quasi contemporaneamente a lui la moglie, dello stesso morbo. Purtroppo egli non lascia una scuola di astrofisici (è là che il giovane Abetti aveva conseguito la sua Libera Docenza). Anzi, l'osservatorio si era impelagato, è il caso di dirlo, nella gravosa impresa del Catalogo Astrofotografico, la quale doveva bloccarne l'attività scientifica per vari decenni.

Sempre nel 1919 era morto a Roma Elia Millosevich (n. 1848), lasciando scoperta la direzione dell'osservatorio del Collegio Romano, ove prestava servizio Giorgio Abetti. Direttore dell'altro osservatorio, quello del Campidoglio, era in quegli anni Alfonso Di Legge (1847-1938).

Ma non basta: nel 1920 muore Michele Rajna, professore di Astronomia nell'Università di Bologna e direttore di quell'osservatorio, lasciando quindi scoperte ambedue le cariche. D'altra parte, già dal 1917 si era ritirato il direttore dell'osservatorio di Brera in Milano, senatore Giovanni Celoria, lasciando anche lui la cattedra scoperta.

Già sappiamo che il 1921 fu l'anno del pensionamento per Antonio Abetti, giunto al 75<sup>mo</sup> anno d'età.

Ci furono almeno due concorsi a cattedra per coprire questi posti e da essi uscirono vincitori - fra gli altri - Emilio Bianchi (1875-1941), che optò per la sede di Milano; Giovanni Silva (1882-1955), il quale, dopo una breve sosta a Torino, doveva trasferirsi definitivamente a Padova, dopo la morte, avvenuta nel 1925, di A.M. Antoniazzi che era succeduto al Lorenzoni nel 1914.

Un altro dei vincitori, Giovanni Zappa (1884-1923), che proveniva dal Collegio Romano, fu destinato all'osservatorio di Collurania presso Teramo, divenuto statale dopo la donazione dell'astrofilo-mecenate Vincenzo Cerulli, che abbiamo già nominato. Bortolo Viaro, di cui si è detto circa lo svolgersi della sua carriera fra Padova e Firenze come braccio destro del vecchio Abetti, fu destinato a Catania, con la direzione di quell'osservatorio astrofisico che era stato di Annibale Riccò. Per l'indole dei suoi studi, piuttosto che all'Astrofisica il Viaro intendeva dedicarsi al compimento del Catalogo Astrofotografico, per quanto concerneva la zona celeste assegnata a Catania. Morì comunque, anch'egli di malaria perniciosa, poche settimane dopo il suo arrivo nella città etnea.

Infine, Giuseppe Armellini (1887-1953), già professore di Meccanica Superiore, prima a Pisa (dal 1915) poi a Roma, venne ad occupare la cattedra di Astronomia nella Capitale, unificando i due osservatori del Campidoglio e del Collegio Romano sotto la sua direzione alla fine del 1923.

Restavano comunque scoperte le cattedre di Bologna e di Firenze e in quest'ultima sede Giorgio Abetti conservò l'incarico dell'insegnamento e la direzione dell'osservatorio. Con tali mansioni, Giorgio Abetti firma per la prima volta il Fascicolo annuale delle « Osservazioni e Memorie » (il numero 39), ove dà notizia fra l'altro del trasferimento a Catania, per motivi di salute, di Mentore Maggini (1890-1941) che ad Arcetri aveva iniziato la sua carriera di astronomo. Il nuovo direttore dà anche notizia dell'arrivo di altri 800 dollari da parte della Fondazione Hale, sempre in vista della costruzione del « telescopio a torre ».

Nel 1924, l'Istituto di Studi Superiori di Firenze fu « promosso » a Regia Università. L'anno precedente era stata promulgata la legge istitutiva degli Osservatori Astronomici, i quali si resero così indipendenti dall'amministrazione universitaria, con indubbi vantaggi nell'assegnazione di fondi e di personale. Abetti non era ancora in cattedra *pleno jure* e questo può spiegare perché l'Osservatorio di Arcetri restò fino al 1926 Istituto universitario.

Comunque, il nuovo direttore si appresta a potenziare e finalizzare l'attrezzatura strumentale dell'osservatorio e si fornisce di uno spettrografo a visione diretta, da applicare all'equatoriale di Amici per lo studio dei fenomeni al bordo del sole, nonché di un riflettore a prismi di 30 cm di apertura, da affiancare al piccolo equatoriale Peratoner, situato nella cupoletta Ovest.

Lo spettroscopio a visione diretta entra in funzione già nel 1921 e con esso vengono effettuate misure sistematiche delle protuberanze e della cromosfera. In questo strumento la disposizione dei prismi è tale che nel campo visibile è accessibile soltanto una ristretta regione dello spettro solare, in prossimità della riga H-alfa dell'Idrogeno. Ponendo la fenditura tangenzialmente al bordo solare e allontanandosi progressivamente da esso mediante una vite micrometrica, si può seguire la struttura di una protuberanza, di colore rosso vivo sul fondo rosso cupo del cielo, misurarne in varie sezioni le larghezze e finalmente l'altezza rispetto al livello della cromosfera. Da un programma continuativo di osservazioni, si ricava un inventario delle protuberanze presenti ogni giorno ai vari angoli di posizione sul disco solare, nonché una valutazione della loro area. Rotando la fenditura di 90°, e cioè ponendola lungo un raggio solare, la riga H-alfa appare in emissione come uno stilo brillante sul fondo del cielo: si tratta di misurarne l'altezza ai vari angoli di posizione. In realtà è possibile fare poco più di una valutazione, perché molto influiscono fattori personali e soprattutto l'agitazione atmosferica, la quale tuttavia si può presumere che influisca allo stesso modo su tutte le misure effettuate di 30 in 30 gradi lungo il bordo solare.

L'Abetti pubblica regolarmente ogni anno sui Rendiconti di questa Accademia i risultati di osservazioni sistematiche, alle quali presero parte prima o poi un po' tutti gli astronomi di Arcetri. Si tratta in primo luogo di mettere in evidenza un possibile andamento dell'altezza della cromosfera in funzione dell'angolo di posizione, in particolare se essa fosse più alta ai poli che all'equatore, ciò che apparve certo durante i minimi di attività. In secondo luogo, se l'altezza variasse in assoluto durante il ciclo undecennale, compito questo assai più arduo, trattandosi di paragonare osservazioni e dati già di per sé molto

aleatori e per di più effettuati da persone diverse e in condizioni di visibilità diverse da giorno a giorno.

Due parole illustrative anche sull'altro strumento di nuova acquisizione, destinato questo a studi stellari, e cioè il riflettore di 30 cm di apertura, munito di due prismi, uno di  $6^\circ$  e l'altro di  $8^\circ$  di spigolo rifrangente, da porsi direttamente davanti allo specchio. Questa combinazione ottica molto semplificata permette di avere contemporaneamente gli spettri di tutte le stelle presenti nel campo, con maggiore o minore dispersione a seconda dei prismi adoperati; spettri di qualità sufficiente per consentire una buona misurazione dell'intensità sul continuo ed anche una valutazione delle intensità delle righe di assorbimento. Uno strumento simile era molto adatto per ricerche di spettrofotometria sia su Cefeidi, sia su binarie ad eclisse e rappresentava un progresso rispetto a quello, che Abetti aveva adoperato a Roma, mancando ovviamente in uno specchio l'aberrazione cromatica presente in un obiettivo a due lenti. Purtroppo, l'apertura modesta dello specchio non permetteva di andare oltre la  $6^a$ - $7^a$  magnitudine.

Durante questi anni, Giorgio Abetti presenta ai Lincei tre note, una delle quali sulla massa e il moto proprio di 40 *Eridani* e un'altra sugli indici di colore delle stelle doppie (1921 e 1922), da osservazioni effettuate al rifrattore di Amici. Socio presentatore il prof. Di Legge. Una nota si riferisce a misure micrometriche di separazione e angolo di posizione di alcuni sistemi binari visuali; un'altra sulle parallassi spettroscopiche di stelle del I tipo di Secchi proviene da osservazioni effettuate col riflettore a prismi. Ambedue i lavori, di cui diremo più avanti, saranno presentati ai Lincei dal prof. Vito Volterra fra il 1922 e il 1924.

Sempre con riferimento agli anni dell'incarico nella direzione dell'osservatorio e nell'insegnamento, va detto che nel 1922 si era tenuta a Roma la I Assemblea generale dell'*Unione Astronomica Internazionale* (U.A.I.). Questa era stata fondata dopo la guerra per riallacciare i rapporti di collaborazione internazionale, almeno per quanto concerne le Nazioni vincitrici del conflitto. I membri dell'U.A.I. erano a quei tempi meno di un centinaio. I delegati italiani a Roma furono quindi pochissimi: tra di essi Antonio e Giorgio Abetti, il quale ultimo ottenne che il ruolo organizzativamente occupato dall'osservatorio di Catania per quanto concerne il coordinamento degli studi solari in Italia fosse assegnato ad Arcetri: un riconoscimento molto prestigioso sia in campo nazionale, sia in quello internazionale, all'autorità scientifica di Giorgio Abetti in materia di Fisica solare.

Mi sia permessa un'annotazione personale: egli comprendeva e parlava correttamente l'inglese, lingua ufficiale (insieme col francese) dell'U.A.I. e questa era una prerogativa pochissimo condivisa dagli astronomi italiani di allora, e Dio sa quanto utile, anche a quei tempi, nei congressi internazionali.

Anche in occasione della II Assemblea dell'U.A.I., che si tenne a Cambridge in Inghilterra nel 1925, Giorgio Abetti fece parte attiva della delegazione italiana.

\* \* \*

Il 1925 è l'anno della piena affermazione del Nostro, vincitore della cattedra di Astrofisica nell'Università di Firenze ed anche di quella di Bologna, cui

ovviamente rinuncia a favore di Guido Horn d'Arturo, che l'aveva tenuta per incarico fin dal 1920, alla scomparsa del Rajna.

Il 22 Giugno dello stesso anno 1925 fu inaugurata la torre solare, con ottiche Zeiss avute in conto riparazioni di guerra, insieme con un obiettivo di 36 cm di apertura, che andò a sostituire il vecchio obiettivo di Amici. Le Officine Galileo di Firenze fornirono le parti meccaniche della torre.

Descriveremo succintamente la struttura e la funzione di questo strumento. In cima a un traliccio di altezza adeguata (una ventina di metri nel caso di Arcetri) è installata una cupoletta girevole ed apribile, per far arrivare la luce solare su un primo specchio piano montato equatorialmente e mosso da un movimento orario con velocità angolare metà di quella terrestre. Da questo, il fascio luminoso è rinviato su un secondo specchio, anch'esso piano, ma fisso, disposto in modo che la radiazione solare risulti diretta costantemente verso il basso, per attraversare un obiettivo di lunga distanza focale (nel caso di Arcetri, 18 metri). Si forma così un'immagine del sole all'interno di un laboratorio, al livello del suolo.

Fin qui la « torre » vera e propria. Ad essa, nel 1926, venne applicato lo spettroeliografo: la radiazione che forma l'immagine del sole passa attraverso una prima fenditura e si dirige nel sottosuolo, dove viene collimata da un obiettivo, si riflette su uno specchio piano deviando di  $90^\circ$ , poi si diffrange su un reticolo, rinviando verso l'alto uno spettro che, mediante un secondo obiettivo, può essere fotografato così come sta, sullo stesso piano della prima fenditura. Se invece, in corrispondenza dello spettro, si colloca una seconda fenditura opportunamente posizionata, si può far arrivare sulla lastra fotografica soltanto la radiazione di una certa riga spettrale. A questo punto, mantenendo ferme la lastra e l'immagine bianca del sole e facendo muovere simultaneamente le due fenditure, solidali con lo spettrografo sottostante, si esplora tutto il disco solare e se ne realizza un'immagine, che può esser definita « monocromatica », perché ottenuta impiegando solamente la radiazione di quella certa riga che è stata selezionata dalla seconda fenditura.

È quello che tecnicamente viene chiamato uno *spetroeliogramma*.

A differenza di quello già esistente a Monte Wilson, lo spettrografo costruito per la torre di Arcetri poteva essere ruotato attorno ad un asse verticale, in modo da poter orientare le fenditure a qualsiasi angolo di posizione rispetto al disco solare.

Le righe che si prestano meglio a questo genere di ricerca sono quelle più intense dello spettro solare, in particolare la riga H-alfa dell'Idrogeno, nel rosso, e la seconda riga del doppietto del Calcio ionizzato, nell'estremo violetto, quella battezzata da Fraunhofer con la lettera K. La ragione della scelta sta nella circostanza che, isolando la parte centrale di queste righe ed eliminando tutta la restante radiazione, si riesce a registrare l'aspetto della cromosfera, assai diverso da quello della sottostante fotosfera, perché vi si osservano fenomeni (quelle formazioni che l'Abetti chiamava flòcculi chiari e flòcculi oscuri), i quali sfuggono all'indagine in luce bianca. Nella cromosfera si verificano anche fenomeni particolari, come i brillamenti, per usare proprio il termine proposto da Abetti per le violente e improvvise eruzioni che si verificano nella cromosfera.

Comincia così, parallelamente alla valutazione dell'attività solare mediante le macchie, le protuberanze e l'altezza della cromosfera (che si fa all'Amici), un altro lavoro sistematico, relativo all'area ed alla distribuzione dei fiocculi cromosferici in luce di Calcio ionizzato e dei filamenti in luce d'Idrogeno, in base alle coppie di spettroeliogrammi eseguite sistematicamente alla torre solare. Tuttavia, questa viene impiegata anche per ricerche di altra natura, come lo studio della velocità di rotazione del sole, misurata spettroscopicamente mediante gli spostamenti Doppler, osservati ai bordi Est ed Ovest del sole (il primo si avvicina, il secondo si allontana, appunto in conseguenza della sua rotazione).

Il sole non ruota con velocità angolare costante, ma questa decresce allontanandosi dall'equatore solare, e si danno leggi empiriche per descrivere l'andamento di questo fenomeno, di grande importanza per lo studio della struttura del sole.

La velocità angolare di rotazione cambia anche col livello atmosferico esaminato, e pertanto i risultati sono diversi qualora si misurino righe di diversa intensità e quindi di diverso livello rispetto alla fotosfera.

Abetti non è solo a compiere questi studi. A partire dal 1925 si annoverano i primi suoi allievi e collaboratori, destinati a restare per tutta la loro vita nell'attività astronomica.

Il « signor » Attilio Colacevich (1906–1953) entra a far parte del personale il 1° Agosto 1926 come assistente incaricato. Egli aveva a quel tempo venti anni giusti e non poteva ovviamente essere laureato; ma il diploma di un Istituto Nautico, da lui già conseguito, lo qualificava in certo qual modo in tali mansioni. Egli poteva anche fruire degli insegnamenti, che il vecchio Antonio Abetti, ormai pensionato ma sempre attaccatissimo all'osservatorio, gli dava con severa amorevolezza.

Col 1° Agosto 1927 comincia a frequentare l'osservatorio come assistente volontario (ma era ancora studente) Guglielmo Righini (1908–1978), che doveva poi rimanervi per tutta la sua carriera, fino a diventarne direttore all'atto del collocamento fuori ruolo di Abetti.

Sempre nel 1927 soggiornano temporaneamente all'osservatorio Bohumila Novakova, da Praga, occupandosi principalmente della rotazione solare, e Georges Tiercy, da Ginevra, per studiare le variazioni spettrali delle Cefeidi mediante il riflettore a prismi. Di Cefeidi si occupa anche Colacevich, il quale rièsuma il fotometro a cuneo già impiegato dal Maggini, per misurare le variazioni luminose, che le Cefeidi presentano insieme con le variazioni spettrali. Egli si propone di mettere in relazione gli spettri delle Cefeidi con le loro magnitudini assolute.

Cominciano le collaborazioni con altri Istituti, in un clima di amicizia e di reciproca stima. G. Bernardini e B. Rossi, a quei tempi giovanissimi assistenti all'Istituto di Fisica, tentano di fotografare spettri di stelle cadenti. Il prof. Giorgio Piccardi, chimico-fisico, usa gli spettri della torre solare per studiare l'abbondanza di particolari molecole nel sole.

Ad integrazione delle attrezzature, già notevoli, per lo studio del sole, arriva nel 1929 uno spettroelioscopio, donato da G.E. Hale: si tratta di uno stru-

mento per il rapido pattugliamento visuale del sole in luce H-alfa, che sarà messo fuori gioco - anni dopo - dai filtri interferenziali. Da parte sua, Righini mette in funzione uno spettrocomparatore per la misura esatta delle lunghezze d'onda delle righe spettrali, misura preliminarmente indispensabile per l'identificazione degli elementi che alle righe danno origine.

Nasce proprio in quegli anni, per iniziativa felicissima di Giorgio Abetti, il « Seminario matematico, fisico ed astrofisico », il quale organizza conferenze ad alto livello, affidate a studiosi che non è possibile ricordare uno per uno, né affidarne alla memoria la selezione. Le conferenze si tengono naturalmente all'osservatorio, nella stessa piccola aula dove Abetti fa lezione, attorno ad una lavagna orizzontale sistemata davanti al relatore; una dozzina di sedie attorno al tavolo e, alla parete di fronte, una cassapanca sopraelevata per i pochi studenti e neolaureati. Precede una tazza di tè. Seguono discussioni talvolta accalorate, come quando Fermi annunciò in quella sede la scoperta del neutrino. La Fisica esplodeva in quegli anni; ma al Seminario si parlava anche di Relatività, di Meccanica, di Topologia, di Analisi Matematica, e non mancavano relatori stranieri. Nomi già famosi, ma anche giovani scienziati allo sbocciare della loro carriera, purché avessero qualcosa di nuovo da dire, ciascuno nel suo campo. E le scelte di Abetti erano sempre felici.

Poco prima del 1930 l'editore Springer aveva intrapreso la pubblicazione di un *Handbuch der Astrophysik*, con la collaborazione dei più valenti specialisti del mondo astronomico. Giorgio Abetti era stato incaricato di redigere il capitolo sulla Fisica solare: un riconoscimento prestigioso a uno studioso italiano. Questa monografia costituirà anche la matrice del libro « Il sole », pubblicato in prima edizione da Hoepli nel 1936, di cui diremo più avanti.

Escono in quegli anni anche i volumi contenenti i risultati scientifici della spedizione De Filippi nel Karacoràn del 1914.

Come aveva fatto, con grande profitto, lo stesso Abetti, cominciano a girare il mondo « a scopo di perfezionamento astronomico » anche i suoi allievi. Nell'Ottobre 1933 Righini si reca per un anno a Utrecht in Olanda per specializzarsi in fotometria e spettroscopia. Al suo ritorno, Colacevich raggiunge l'osservatorio di Lick, in California, per proseguire ed affinare le sue ricerche stellari.

Intanto il laureando Fracastoro, usando il riflettore a prismi, studia spettrofotometricamente per la sua tesi una binaria ad eclisse, avviando un filone di ricerca che lo vedrà impegnato per vari decenni. Collabora anche all'osservazione di occultazioni lunari durante il 1934 e 1935, sotto la guida di Colacevich. Presto sarà incaricato, come gli altri, delle consuete osservazioni di protuberanze e cromosfera, avviandosi allo studio della fenomenologia solare.

In occasione dell'eclisse totale di sole del 19 Giugno 1936, sulla quale ritorneremo, Abetti organizza una spedizione dotata di ottimi strumenti ad hoc. Assente Colacevich (negli USA), vi partecipa, oltre a Righini, Luigi Taffara, di Catania, che ha già un'esperienza specifica. Viene raccolto un copioso materiale scientifico, ma purtroppo, mentre sono appena avviate le riduzioni delle lastre prese durante l'eclisse, Righini viene trasferito a Carloforte (16 Febbraio 1937), dove ha sede una delle 5 stazioni per il servizio internazionale delle latitu-

dini, secondo una prassi che non risparmia coloro che hanno ormai interessi scientifici del tutto diversi. Al soggiorno obbligato di Carloforte, pedaggio che avevano pagato quasi tutti gli astronomi italiani agli inizi della loro carriera si erano sottratti finalmente quelli di Arcetri e lo stesso Abetti. Ora, questo « privilegio » veniva inopinatamente revocato. Anzi, Abetti ebbe da un collega più anziano una lettera con la quale lo si ammoniva a non appoggiare possibili (e prevedibili) movimenti di protesta, per non parlare di ribellione, al provvedimento.

Intanto, dall'osservatorio di Capodimonte, Napoli, si trasferisce ad Arcetri Maria Viaro, figlia di quel Bortolo di cui si è detto più sopra. Dopo aver portato a termine un lavoro astrometrico sulle stelle del Catalogo Fondamentale FK3, avviato all'osservatorio di Capodimonte, la Viaro s'inserisce nel filone astrofisico di Arcetri e qui rimarrà fino al suo passaggio all'insegnamento nelle Scuole medie superiori (1943). Intanto Righini, rientrato da Carloforte, riprende i suoi lavori di fisica solare. Fanno capo all'osservatorio alcuni studenti, che poi si dedicheranno all'Astronomia (V. Barocas, A. Masani, P. Tempesti).

Nel 1937 Colacevich realizza un predispersore da applicare a monte dello spettrografo della torre solare, al fine di avere un profilo più puro della riga H-alfa. Egli infatti sta studiando lo spettro di una macchia solare e quindi la sua temperatura e pertanto diventa essenziale in questo caso l'eliminazione della luce fotosferica diffusa dalle parti ottiche e quindi degradata a quello che si direbbe oggi un « rumore di fondo », rispetto al più debole segnale che proviene dalla macchia vera e propria. Tuttavia, nel 1939, il trasferimento a Carloforte arriva anche per Colacevich; ma egli rifiuta coraggiosamente di andarci e si colloca in aspettativa, approfittandone per specializzarsi in Ottica, con grande profitto. Studiando i sistemi ottici monocentrici, avrà l'idea di correggere l'aberrazione di uno specchio sferico mediante un menisco di potenza nulla, in sostituzione della più complicata lastra di correzione, d'impiego usuale nei telescopi tipo Schmidt. Egli è all'oscuro del fatto che, più o meno contemporaneamente il russo Maksutov abbia trovato, indipendentemente, la stessa soluzione. Colacevich riprenderà servizio nel Maggio 1941, ritornando ad Arcetri.

È ora il momento di parlare del famigerato « Osservatorio Nazionale », che doveva essere nella sua prima formulazione il segno tangibile dell'amicizia fra l'Italia e la Germania, nel III centenario della morte di Galileo.

Le grandi tradizioni tedesche nel campo dell'Ottica sono ben note e si può sospettare che quegli ambienti industriali fossero messi in allarme dalle insospettite possibilità tecniche dimostrate dall'Italia con la costruzione, da parte delle Officine Galileo di Firenze, del telescopio di 1 metro e 20 cm di apertura per l'osservatorio di Asiago, il più potente sin allora in Europa. Fatto sta che la Germania promise di mettere a disposizione dell'Italia una serie di prestigiose apparecchiature di ottica astronomica, per la creazione di un Osservatorio Nazionale, che il Duce volle fosse eretto nei pressi di Roma, per motivi politicamente abbastanza comprensibili, ma certo inconciliabili con le esigenze della astronomia moderna, la quale richiede condizioni di cielo certamente irrealizzabili nelle vicinanze di una grande città.

Fu scelto pertanto il Tuscolo, sui Colli Albani, e la soprintendenza dell'impresa fu affidata al prof. Emilio Bianchi membro, unico fra gli astronomi, dell'Accademia d'Italia di recente istituzione. Questi tuttavia moriva poco dopo (11 Settembre 1941) e fu nominato in sua vece Giorgio Abetti.

Ben presto tuttavia le sorti dell'Asse andarono rapidamente deteriorandosi e l'iniziativa fallì miseramente. Ad essa si può assegnare comunque il merito di aver suggerito agli astronomi italiani l'idea di costruire un Osservatorio nazionale. Fu proprio Giorgio Abetti a presiedere, dopo la guerra, le prime riunioni di una Commissione ad hoc, la quale si pose come primo compito quello di individuare in Italia un sito idoneo per ospitare un telescopio di 2 metri e mezzo di apertura (allora si aspirava a tanto) e soprattutto di trovare i fondi necessari per la realizzazione dell'impresa.

Ritornando alle vicende di Arcetri, la ricerca vi continua alacramente anche durante gli anni più duri della guerra e trova nuove linee di sviluppo anche con l'apporto di nuovi collaboratori che affluiscono all'osservatorio. Il prof. Massimo Cimino viene da Roma ad effettuare nuove ricerche sulla rotazione solare approfittando che siamo in una fase di minimo dell'attività undecennale. Forte delle sue conoscenze di Ottica, Colacevich si accinge alla costruzione di un piccolo telescopio Schmidt, con uno specchio sferico primario di 52 cm e una lastra di correzione di 32 cm. È la prima volta che si tenta in Italia un'impresa del genere, sia pure con mezzi piuttosto artigianali.

Raggiunge l'osservatorio Maria Cristina Ballario, la quale comincia con grande profitto ad occuparsi di astronomia stellare (collabora con Colacevich ad uno studio delle velocità spaziali delle stelle brillanti ed al calcolo dell'orbita di una binaria visuale, *Burnham* 416), per poi dedicarsi intensamente allo studio dei brillamenti solari. Poco dopo (1944) si laurea Margherita Hack, con uno studio spettrofotometrico su una Cefeide. Continuerà in queste ricerche anche dopo la laurea, come assistente volontaria alla cattedra.

Con l'anno accademico 1943-44 sia Righini, sia Fracastoro, ormai « Liberi Docenti », ottengono dalla Facoltà un incarico di insegnamento, Spettroscopia il primo, Fisica Tecnica il secondo (ma il corso verteva su « Misure di Energia raggianti », il che è compito precipuo dell'astronomo). Due materie molto utili alla formazione scientifica degli studenti che frequentano il corso di Astronomia.

Finita la guerra, Righini può istituire un laboratorio di Spettroscopia, grazie ad una « Fondazione Gamondi », promossa dalle Officine Galileo, avviando quindi ricerche di laboratorio a integrazione degli studi solari.

Riprende così ad Arcetri un'intensa attività di ricerca, sia nel campo stellare (distribuzione statistica dei moti stellari entro la Galassia, parallassi dinamiche, stelle binarie ad eclisse), sia nel campo solare (riesame ed omogeneizzazione di tutte le osservazioni della cromosfera effettuate dal 1921 al 1946 e conferma della variazione poli-equatore col ciclo undecennale). Pertanto, quando nel 1947 il CNR istituisce i primi Centri di Ricerca, supportati con fondi extra-ministeriali nell'intento di potenziare almeno alcuni poli di attività, l'Osservatorio di Arcetri viene prescelto come Centro per la Fisica solare, mentre uno analogo per la Fisica stellare opererà nelle due sedi di Merate e di Asiago (suc-

cursali degli Osservatori di Milano e Padova). Dal 1° Marzo 1951 sarà costituito un unico Centro di Astrofisica, articolato nelle tre Sezioni già citate.

Riprendono anche, dopo la parentesi bellica, le possibilità per il personale scientifico di effettuare studi e ricerche all'estero, ciò che ad Abetti sta molto a cuore. Così, nell'Ottobre 1947 Righini, e un anno dopo Fracastoro, si recano a Cambridge (Inghilterra) con una Borsa del British Council, il primo per studiare le tecniche della radio-astronomia, il secondo per approfondire il suo lavoro sulle binarie ad eclisse, che poi proseguirà all'Osservatorio di Harvard. Anche Colacevich si reca negli Stati Uniti per lavorare con J.J. Nassau a Cleveland, Ohio, sulla classificazione spettrale delle stelle.

Nel 1948 si effettua un concorso bandito dal Ministero della Pubblica Istruzione per il posto di direttore dell'osservatorio di Teramo. Il primo ternato è Gino Cecchini (nato nel 1896), il quale viene confermato a Torino; il secondo, E.L. Martin, nato nel 1890, resta a Trieste. Colacevich (nato nel 1906) è il terzo ternato. Abbiamo riportato le date di nascita dei tre vincitori per mettere in evidenza quale fosse a quei tempi l'età alla quale uno studioso poteva ritenersi « maturo ». Annoteremo anche che Colacevich fu il primo astronomo italiano nato in questo secolo a raggiungere il vertice della carriera, a testimonianza del riconoscimento che veniva dato a quell'indirizzo astrofisico, che Giorgio Abetti portava avanti coi suoi allievi.

Colacevich assumerà la direzione dell'osservatorio di Capodimonte, a Napoli.

Viene ad Arcetri, per laurearsi, e ci resterà, Giovanni Godoli, il quale inizia una riduzione sistematica di tutto il materiale raccolto alla torre solare dal 1932 al 1949. Proseguono con successo le altre ricerche stellari e solari, con particolare attenzione allo studio dei brillamenti.

Giungiamo così al 1952, un anno cruciale nella storia di Arcetri e molto importante per tutta l'Astronomia italiana. L'VIII Assemblea generale dell'UAI avrebbe dovuto svolgersi, secondo la consueta scadenza triennale, nel 1951 a Leningrado. Tuttavia molti Paesi non avevano accettato di recarsi nell'URSS, a causa delle complicazioni internazionali conseguenti alla guerra di Corea. C'era un clima molto teso, che rischiava di compromettere l'armonia in seno all'UAI e forse la sua stessa esistenza. Abetti, che vi ricopriva la carica di Vice-Presidente generale, con abile diplomazia ottenne che l'Assemblea si svolgesse ugualmente, sia pure con un anno di ritardo, cioè nel 1952, a Roma. Una sede diciamo così « neutrale », che venne accettata da tutti con entusiasmo: a Roma si era svolta, come ricorderemo, la I Assemblea generale del 1922 e tutti gli stranieri ci ritornavano volentieri.

Sempre nel 1952 si svolge a Roma l'XI Convegno « Volta », dedicato ai problemi di Fisica solare. Inutile dire che Abetti e gli studiosi di Arcetri vi partecipano in misura rilevante.

Infine, col 31 Ottobre 1952, Abetti viene collocato « fuori ruolo », lasciando l'insegnamento e poco dopo anche la direzione dell'osservatorio. Di ambedue le mansioni riceve l'incarico Righini, in attesa del concorso, che lo vedrà primo ternato all'unanimità. Pochi anni dopo, Righini deciderà di intitolare a Giorgio Abetti l'Osservatorio di Arcetri.

L'ultimo anno di servizio in ruolo fu per Giorgio Abetti molto impegnato, anche dal punto di vista scientifico. La guerra aveva vanificato i preparativi per l'osservazione di un'eclisse totale di sole svoltasi in Brasile nel 1941. Tuttavia, per il 25 Febbraio 1952 è prevista un'eclisse totale di sole visibile nel Sudàn, e Abetti vi partecipa in forze, ripetendo e perfezionando gli esperimenti già effettuati nel 1936.

È tempo ora di soffermarsi brevemente sui problemi scientifici che vennero affrontati in queste due occasioni dalle spedizioni organizzate da Abetti.

Poiché durante la totalità è possibile osservare direttamente gli strati esterni del sole, è naturale che ci si proponesse di approfondire le conoscenze della corona, misurando l'andamento della sua brillantezza, la quale decresce rapidamente con l'allontanarsi dal bordo solare. D'altra parte è noto che la corona assume aspetti diversi a seconda della fase del ciclo undecennale in cui si verifica l'eclisse: rotondeggiante in prossimità dei massimi; allungata verso i minimi. Un'eclisse totale consente anche di studiare la cromosfera, la quale diventa visibile per brevissimi istanti prima e dopo la totalità, cioè in prossimità del 2° e del 3° contatto fra il disco solare e quello lunare.

Per lo studio della corona erano state allestite due camere fotografiche, una per la regione blu-violetta dello spettro e l'altra per quella verde, munite di ottiche e di filtri ad hoc, e furono eseguite coppie di fotografie con pose da 3 a 24 secondi, per avere un'esposizione la più adeguata possibile alle brillanze che la corona ha alle diverse distanze dal bordo, nei limiti dei 118 secondi di durata della totalità.

Questo strumento, un parallelepipedo lungo e sottile, appoggiato su quattro agili sostegni, fu chiamato la « gazzella ».

La forma della corona apparve nel 1936 quasi rotondeggiante, tipica della fase che precede il massimo di attività, e sembrò che i pennacchi fossero più lunghi proprio in corrispondenza delle protuberanze al bordo.

Lo studio della cromosfera, che ha uno spettro in emissione, è un'impresa assai difficile per la sua brevissima apparizione (meno di 1 secondo per le deboli righe metalliche, mentre la riga H-alfa e la K del Calcio ionizzato restano visibili praticamente per tutta la durata della totalità), tanto che esso è chiamato nella letteratura « spettro flash ». A mano a mano che il bordo lunare avanza (ci riferiamo al 2° contatto) con una velocità che proiettata sul disco solare corrisponde a circa 400 km/s, diventano accessibili livelli sempre più alti e rimangono visibili soltanto le righe degli elementi che arrivano a quote maggiori. Quindi, l'aspetto dello spettro è strettamente legato all'istante in cui la fotografia è stata scattata ed anche al tempo di posa. Praticamente, appena sparito lo spettro continuo quando la luna ha occultato l'ultimo lembo di fotosfera, rimangono tante lunule monocromatiche in emissione, tanto più corte e sottili quanto più basso è il livello al quale la riga si produce. Conseguentemente, la visibilità di questo spettro è tanto più breve quanto più sottile è la lunula, cioè più basso l'elemento. Da qui la difficoltà di osservare il fenomeno. La cosa diventa tecnicamente più difficile se si vuol conservare la presenza di una fenditura all'imbocco dello spettrografo.

In quegli anni il problema della costituzione chimica e fisica della cromosfera (quella che produce lo spettro in emissione) era ancora aperto e per contribuire a risolverlo almeno in parte la spedizione di Abetti aveva allestito uno spettrografo in autocollimazione, utilizzando un reticolo della torre solare e l'obiettivo detto « Amici II », con una dispersione di circa 5 A/mm. Lo spettrografo era alimentato da un celostata e l'immagine del sole era fornita dall'obiettivo « Amici I », che già conosciamo per aver servito per tanti anni alle misure di Antonio Abetti, prima di essere sostituito dallo Zeiss di 36 cm di apertura.

Si fotografò così lo spettro della cromosfera fra 667 e 555 nm, cioè dal rosso al verde, inclusa l'H-alfa e le righe del Sodio e dell'Elio. Furono individuate 330 righe in emissione, delle quali ben 57 non erano state osservate precedentemente, con qualche indicazione circa la distribuzione dei vari elementi chimici ai diversi livelli.

A questo strumento più corpulento venne giusto il nomignolo di « elefante ».

Per lo spettro della corona furono progettati e allestiti due spettrografi in montatura equatoriale, uno per l'ultravioletto e il violetto, con una dispersione media di 27 A/mm, fra 350 e 450 nm; l'altro per la restante regione dello spettro fino a circa 750 nm, con una dispersione media di 60 A/mm. Alto e snodato, si ebbe il nome di « giraffa ». Fra le righe in emissione tipiche della corona interna, si notò quella a 353.3 nm, attribuita al Titanio ionizzato, che dopo il 1908 non era stata più osservata. Lo studio e il confronto fra le larghezze equivalenti delle righe in emissione fornì il valore di 3 milioni di gradi per la temperatura cinetica della corona stessa.

Poiché - come si è detto - gran parte delle topiche affrontate in occasione di un'eclisse totale di sole dipende dalla fase del ciclo undecennale, si comprende come si riproponessero per l'eclisse del 1952 problemi analoghi a quelli precedenti. Oltre agli strumenti già esistenti, fu introdotto un filtro per lo studio della polarizzazione coronale, la quale risultò massima (33%) a 5' dal bordo solare. Si notò che la corona non presentava pennacchi più lunghi in corrispondenza delle protuberanze, ma se mai il contrario.

Per lo studio della cromosfera fu aggiunto uno spettrografo per l'ultravioletto, utilizzando quello della Fondazione Gamondi. Lo spettrografo doppio per la corona fu ancora adoperato, con l'aggiunta di una camera spettrografica ad alta luminosità, per lo studio della corona esterna. La riga in emissione a 353.3 nm non fu rintracciata, ma se ne videro altre fino a grande distanza dal bordo, cioè appartenenti alla corona esterna, sia pure con qualche dubbio che, a causa dell'abbondante luce diffusa del cielo (una tempesta di sabbia si era verificata il giorno prima dell'eclisse), queste righe fossero in realtà appartenenti alla corona interna, ma diffuse dall'atmosfera terrestre. Anche il colore della corona, dedotto dalle fotografie dirette, questa volta eseguite in tre regioni spettrali, violetto, verde e rosso, davano un indice di colore molto forte, dovuto presumibilmente alla diffusione da parte della nostra atmosfera della luce rossa di alcune protuberanze visibili al bordo.

\* \* \*

Nel 1954, il 30 Giugno, ci fu un'altra eclisse totale di sole, visibile in Svezia, e Abetti si pose a fianco del suo successore Righini per organizzare un'altra spedizione. Purtroppo, uno strato di nubi che gravava sull'isola di Öland, prescelta sfortunatamente come base della spedizione impedì ogni osservazione, con grande rammarico di tutti.

Erano 50 anni giusti dall'inizio della carriera del Nostro, in gran parte dedicati allo studio del sole. Quali erano gli aspetti della fisica e della fenomenologia solari agli inizi del nostro secolo, aspetti che furono assiduamente studiati e in gran parte chiariti durante questi decenni?

In merito al ciclo undecennale, si cercò di ricostruire l'andamento dei numeri relativi di Wolf fino ai tempi di Galileo, si fecero ipotesi su una possibile alternanza fra cicli più intensi e meno intensi, oppure sull'eventuale esistenza di sovraperiodi; si fecero tentativi di prevedere, a lunga o breve scadenza, l'attività del sole. Si studiò l'andamento del ciclo undecennale anche in base ad altri fenomeni solari, oltre alle consuete macchie: abbondanza delle protuberanze al bordo e loro possibile migrazione in latitudine eliografica in funzione della fase; altezza della cromosfera lungo il bordo solare ai diversi angoli di posizione, e sue variazioni; misure sistematiche dell'area coperta dai fiocculi osservati negli spettroeliogrammi in luce di Calcio ionizzato. Si tentò di descrivere nelle sue fasi l'evoluzione di un'area attiva solare. Particolare attenzione fu data ai brillamenti; per questi occorreva cercare da una parte una valutazione dell'energia dissipata nel corso del fenomeno, dall'altra un modello teorico che ne spiegasse gli aspetti alla luce della magnetofluidodinamica. I campi magnetici vengono studiati con tecniche speciali e si scopre che dal punto di vista della polarità il ciclo si deve intendere raddoppiato, cioè di 22 anni invece di 11.

Lo stesso modello dell'atmosfera solare richiedeva misure accurate di lunghezze d'onda e di larghezze equivalenti, eseguite sul sole quieto, nonché di velocità radiali, misure di polarizzazione, eseguite sulle macchie e in prossimità di esse, per studiare i movimenti della materia nelle aree attive. Un grande interesse fu dato al periodo di rotazione, dedotto sia dal tempo di transito delle macchie, sia spettroscopicamente. Si cercava una relazione, sia pure empirica, fra velocità angolare  $\xi$  e la latitudine eliografica  $\varphi$ , e ci si domandava perché questa relazione non rimanesse la stessa da un ciclo all'altro.

La fisica dell'atmosfera solare era ancora ai primi passi: Young aveva provato da tempo la validità, anche sul sole, della legge di Kirchhoff, ma si dovevano verificare le identificazioni delle righe osservate nello spettro flash, allora attribuito ad uno specifico « strato invertente », e misurare accuratamente le intensità di tali righe e possibilmente le loro variazioni nei brevi istanti concessi all'osservazione. Ricordo ben esposta all'osservatorio di Arcetri una tabella di Mendelejev, con in rosso gli elementi non ancora osservati sul sole.

Per quanto riguarda la corona, non va dimenticato che soltanto nel 1860 Secchi e De La Rue avevano concluso che si trattasse di un oggetto reale avvolgente il sole. Interessava mettere in relazione la sua forma con la fase del ciclo undecennale, al fine di conoscere le interazioni fra la materia coronale e i feno-

meni sottostanti. Inutile aggiungere che la stessa interpretazione dello spettro della corona creò molti problemi: in esso si sovrappongono gli aspetti dello spettro fotosferico diffuso dagli elettroni a quelli tipici di gas ad altissima temperatura e pressione estremamente bassa. La stessa identificazione degli elementi che costituiscono la corona era e restò a lungo insoluta: si parlava di un « coronio », sconosciuto nella tavola di Mendelejev, così come era stato chiamato « elio » un elemento non ancora identificato sulla Terra. La sicura e definitiva attribuzione ad atomi fortemente ionizzati (Fe X fino a Fe XIV, Ni XV, etc.) effettuata teoricamente da Bengt Edlèn è solo del 1940 e non sarebbe stata possibile senza le accurate misure di lunghezze d'onda e delle intensità delle righe coronali, effettuate dagli sperimentatori.

Nel cinquantennio di Abetti si studiano anche le relazioni fra il sole e la Terra, individuando i fenomeni terrestri che sicuramente sono influenzati dall'attività del sole, mentre per altri molto importanti, come ad esempio il clima terrestre, la risposta rimane dubbia o negativa. Anche qui occorre trovare un meccanismo fisico per il trasferimento dell'energia o di particelle dal sole alla Terra, e definirlo nei suoi aspetti teorici.

Abetti partecipò in prima persona a molte di queste ricerche, effettuate con mezzi che, pur degni di ogni considerazione nella prima metà di questo secolo, difficilmente possono essere confrontati con quelli attuali.

La lunga vita di Giorgio Abetti ha fatto sì che soltanto ora possiamo ricordare la sua opera, dopo che egli aveva assistito per ben trent'anni, ormai da spettatore, ai travolgenti progressi dell'Astronomia nell'era spaziale, mettendo forse in ombra quel che avevano fatto lui e i suoi contemporanei, allorquando erano stati protagonisti nella ricerca astronomica attiva.

Nei lunghi anni della sua vita dopo il collocamento fuori ruolo, se si fa eccezione per lo sfortunato tentativo all'isola di Öland per l'eclisse del 1954, Abetti non fa più della ricerca originale, ma si dedica interamente ad un'attività di scrittore di cose astronomiche, ai diversi livelli, e la sua penna diviene sempre più agile e spigliata. Si pronuncia, o almeno accenna a farlo, su temi e problemi che varcano i rigidi confini della Scienza per affacciarsi sulle terre incognite della Filosofia e della Religione, mostrando interessi che mai erano trapelati durante gli anni del suo servizio attivo. Di questo mutamento si ha sentore da una citazione della « Pacem in terris » di Giovanni XXIII e dall'intonazione chiaramente religiosa delle prime frasi del suo libro « Storia dell'Astronomia », scritto nel 1963, ormai più che ottantenne. Coloro che l'avevano frequentato prima di questa evoluzione spirituale, allontanandosene poi per le vicende della vita professionale, conobbero forse un uomo diverso da chi gli si avvicinò negli anni senili.

A documento della sua vasta cultura, Abetti ha scritto molti libri, dei quali solo una parte ricorderemo. Si è già detto come, conseguentemente al capitolo sulla Fisica solare per l'*Handbuch der Astrophysik*, egli scrive per Hoepli una monografia destinata al grande pubblico e fortunatissima: « Il sole », che ebbi il privilegio di leggere in bozza quand'ero ancora studente. Dopo quasi 50 anni, è ancora utile e piacevole consultare quest'opera, perché l'informazione, che vi

si dà, è completa e chiara. Abetti non era uomo da addentrarsi in teorie e calcoli matematici, ostici gli uni e spesso effimere le altre. Egli preferisce esporre i fatti e lo fa con scrupolosa obiettività. « Il sole » è stato tradotto, aggiornato, nel 1952 in inglese, ed anche in spagnolo.

A mio giudizio, merita anche di essere ricordato il libro intitolato « Amici e nemici di Galileo », pubblicato nel 1945 a cura di Bompiani. In esso l'Abetti fa dono al lettore della sua vastissima conoscenza delle travagliate vicende galileiane e dell'ambiente umano nel quale esse si svolsero.

Grandissimi pregi di obiettività e completezza si riscontrano nella « Storia dell'Astronomia », scritta, come si è detto, nel 1963. Non vi si cerchino prese di posizione in merito alle varie controversie, che lo sviluppo della Scienza ha visto in tempi antichi e recenti. Abetti non giudica, ma riferisce; se volete, non interpreta, ma informa. Tuttavia, questa informazione è ancora una volta precisa ed esauriente.

Nel 1929 gli era stato conferito il premio reale dalla nostra Accademia, di cui divenne socio nazionale nel 1938. Nel 1937 gli era stato assegnato il premio Janssen, attribuito annualmente in Francia agli astronomi più in vista del mondo. Aveva avuto numerose onorificenze, tra le quali ricorderemo la medaglia d'oro di benemerita per la scuola, la Cultura e l'Arte del Ministero della Pubblica Istruzione. Era Grande Ufficiale al merito della Repubblica italiana e aveva rifiutato la « promozione » a Gran Cordone offertagli dall'esiliato Umberto di Savoia. Teneva molto, invece, al titolo di *Commander of the British Empire*; ma né di questa, né delle altre onorificenze faceva cenno con alcuno, se non con un pizzico di ironico scetticismo, se tirato in causa dall'interlocutore.

Era stato Pro-rettore dell'Università di Firenze nel biennio 1937-38; presidente della Società Astronomica Italiana dal 1953 al 1964 e, per molti decenni, dell'Istituto nazionale di Ottica.

Dell'Unione Astronomica Internazionale fu membro fin dalla fondazione e talvolta presidente di commissioni. Fu anche nominato Vice-presidente generale dell'Unione stessa, dal 1948 al 1955, segno tangibile dall'alta considerazione di cui il Nostro godeva a livello internazionale.

\* \* \*

Per essergli vissuto vicino per quasi vent'anni, continuando poi a frequentarlo, seppure sempre più raramente, non posso esimermi dal tentare una risposta alla domanda: « Chi era Giorgio Abetti, uomo? ».

Era certamente diverso dagli altri direttori, nel senso che l'osservatorio di Arcetri, con una direzione diversa dalla sua, poco o punto si sarebbe distinto dagli altri. Questo per quanto concerne l'aspetto scientifico della sua persona. Da un punto di vista umano, debbo dire che egli improntava i rapporti con noi giovani a costante disponibilità e correttezza. Era però anche estremamente riservato: non l'ho mai sentito manifestare il suo stato d'animo in alcuna circostanza e tanto meno alzare la voce con alcuno, talché si poteva credere che il suo umore fosse immutabilmente limpido e sereno.

È anche vero che gli elogi erano assolutamente fuori programma; ma potevamo giudicare dai fatti se e quanto Abetti fosse contento di noi.

Aveva lo stile impeccabile del gran signore e di questo stile la prerogativa più preziosa era la modestia. Il suo fascino personale era grandissimo e sono certo che tutti noi l'amavamo, senza però che mai venisse meno il rispetto e neppure fosse colmata la differenza di età che ci separava: mai a nessuno di noi venne in mente di dargli del tu, nemmeno quando eravamo in cattedra anche noi da molti anni.

Come ho detto sopra, le mie visite al vecchio Maestro si fecero sempre più rare. Un po' perché il mio destino mi aveva sradicato dal « bell'ovile ». Molto, perché il declino fisico e mentale di un uomo tanto ammirato produceva in me una profonda mestizia. Io lo ricordavo pronto, amabile, saggio, e mi costava un'immensa pena stargli di fronte senza nemmeno la sicurezza ch'egli mi riconoscesse.

Fu così l'ultima volta che lo vidi. Parlava e parlava, sia pure con fatica e ormai senza molto nesso; ma un nome gli veniva continuamente alle labbra, quello del suo allievo primogenito Attilio Colacevich, che gli era sempre nel cuore, sebbene gli fosse premorto da quasi trent'anni. Forse ha un recondito significato che egli l'abbia ricordato fino agli ultimi momenti della sua vita, chiusasi il 24 Agosto, proprio nello stesso giorno in cui, 29 anni prima, aveva terminato immaturamente la sua esistenza il buon Attilio.

Nel ricordo di Attilio Colacevich e di Guglielmo Righini che l'hanno preceduto nel congedo; a nome degli altri allievi, dell'Astronomia italiana, nonché di questa Accademia, per il prestigio di cui noi tutti abbiamo tratto onore e beneficio, esprimo la nostra duratura riconoscenza ad un Maestro tanto amabile ed amato.

#### PUBBLICAZIONI DI GIORGIO ABETTI

Questa bibliografia, che non può avere la pretesa della completezza, per le difficoltà obiettive di reperimento della relativa documentazione, è stata raccolta con impegno e abnegazione dalla dott.ssa Barbara Baldasseroni Corsini, alla quale va la sincera gratitudine dell'Autore.

- La cometa 1903 IV*, « Astronomische Nachrichten », Bd 164, Nr 3921, 1904.  
*Il pianetino 1905 PS*, « Astronomische Nachrichten », Bd 169, Nr 4046, 1905.  
*Il pianetino 1905 PS Peraga*, « Astron. Nachrichten », Bd 169, Nr 4046, 1905.  
*Elementi del pianetino Peraga*, « Astron. Nachrichten », Bd 169, Nr 4051, 1905.  
 (554) *Peraga*, « Astron. Nachrichten », Bd 169, Nr 4056, 1905.  
*Verbesserte Elemente und Ephemeride des Planeten (494) Virtus*, « Ephemer. Zirkular der Astron. Nachr. », Nr 168, 1906.  
*Calcoli di orbite dei pianetini: (554) Peraga, (494) Virtus, (483) Seppina, (477) Italia*, « Astron. Nachr. », Bd 171, Nr 4093, 1906.  
*Cometa 1905 c, osservazioni fatte a Padova e ad Arcetri*, « Astr. Nachr. », Bd 170, Nr 4076, 1906.  
*Ueber die Identitaet von (554) Peraga mit 1896 CX*, « Astron. Nachr. », Bd 171, Nr 4091, 1906.  
*Beobachtungen des Mondes und der Mondsterne am kleinen Meridiankreise der Berliner Sternwarte*, « Astron. Nachr. », Bd 174, Nr 4162, 1907.

- The New Asteroid 1906 T.G.*, « Knowledge & Scientific News », August 1906, p. 500.
- Ein neuer Hippscher Chronograph mit festen Spitzen*, Mitteilungen der Grossh. Sternwarte zu Heidelberg, 1908.
- The distribution of eruptive prominences on the solar disk*, « Astrophysical Journal », Vol. XXVIII, p. 258, 1908.
- A large prominence*, « Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani », Vol. XXXVII, 1908.
- Determinazione preliminare della parallasse di 61 Cygni*, « Mem. della Soc. degli Spettroscopisti Italiani », vol. XXXVII, p. 146, 1908.
- The study of stellar evolution* (recensione), « Mem. Soc. Spettr. Italiani », vol. XXXVII, p. 176, 1908.
- Verläufige Mitteilung über die Bestimmung der Parallaxe von 61 Cygni aus Meridianbeobachtungen am Astronomischen Institut der Heidelberg Sternwarte*, « Astron. Nachr. », Bd 178, Nr 4270, 1908.
- The rotation period of the sun* (recensione), « Mem. Soc. Spettr. Italiani », vol. XXXVIII, p. 31, 1909.
- Interaction of sun-spots* (in collab. con Ph. Fox) « Astroph. J. », vol. XXIX, p. 40, 1909.
- Sui campi magnetici delle macchie solari* (articolo di G.E. Hale, versione curata da G. Abetti), « Rivista di Astronomia e Scienze affini », anno III, Ottobre 1909.
- Ascensioni rette di 140 stelle*, « Astron. Nachrichten », Bd 183, Nr 4380, p. 178, 1910.
- Una notevole protuberanza solare*, « Riv. di Astronomia e Scienze affini », vol. III, Giugno 1909.
- La flessione del supporto dei pendoli nelle determinazioni di gravità relativa* (in collab. con Corrado Cappello), « Rend. Acc. Lincei », ser. 5a, vol. XVIII, 1909.
- Moti propri dei flocculi di idrogeno e dei vapori metallici in vicinanza delle macchie del sole*, « Mem. Società degli Spettr. Italiani », vol. XXXIX, p. 10, 1910.
- Osservazioni fotografiche di protuberanze*, « Mem. Soc. Spettr. Italiani », vol. XXXVIII, p. 198, 1909.
- Il micrometro autoregistratore del piccolo meridiano di Arcetri*, « Mem. Soc. Spettrosc. Italiani », XXXIX, p. 37, 1910.
- Der neue Chronograph der Sternwarte der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig*, « Sonderabdruck aus den Schriften der N. F. G. in Danzig, Neue Folge XII, Bd 4, p. 87, 1910.
- Ricerca sui moti propri in ascensione retta di 140 stelle*, « Mem. Società Italiana delle Scienze », ser. 3a, Tomo XV, Roma 1910.
- Photographic Observations of prominences* (in collab. con R.E. Smith, « Mt. Wilson Contrib, Solar Observatory », 51, 1910.
- Beobachtungen des Kometen 1910b (Metcalf)*, « Astron. Nachrichten », Bd 186, Nr 4441, p. 10, 1911.
- Mitteilungen über kleine Planeten*, « Astron. Nachr. », Bd 186, Nr. 4449, p. 143, 1911.
- Osservazioni di comete*, « Astron. Nachr. », Bd 186, Nr 4456, p. 258, 1911.
- Misure di stelle doppie*, « Astron. Nachr. », Bd 188, Nr 4490, p. 22, 1911.
- Osservazioni di pianetini e di comete*, « Astron. Nachr. », Bd 188, Nr 4492, p. 51, 1911.
- Beobachtungen des Kometen 1911*, « Astron. Nachr. », Bd 189, Nr 4517, p. 82, 1911.
- Beobachtungen des Kometen 1911c*, « Astron. Nachr. », Bd 189, Nr 4520, p. 159, 1911.
- Sul moto proprio di BD+4°4879*, « Rend. Accademia dei Lincei », Vol. XX, ser. 5a, seduta del 5 Novembre 1911.
- Osservazioni di comete*, « Astron. Nachrichten », Bd 191, Nr 4563, p. 34, 1912.
- Misure di stelle doppie*, « Astron. Nachr. », Bd 191, Nr 4581, p. 378, 1912.
- Il sistema binario  $\tau$  Cygni*, « Mem. Soc. Spettrosc. Italiani », 1912, vol. I, serie 2a, p. 178, 1912.
- Il diametro di Nettuno*, « Mem. Soc. Spettrosc. Italiani », vol. I, serie 2a, p. 113, 1912.
- Mitteilungen über kleine Planeten*, « Astron. Nachr. », Bd 193, Nr 4609, p. 15, 1913.

- Posizioni di pianetini e della cometa 1911e*, «Astron. Nachr.», Bd 193, Nr 4616, p. 151, 1913.
- Parallassi di 42 stelle dedotte da osservazioni di passaggi al Cerchio meridiano minore di Heidelberg (1906–1908)*, «Mem. Oss. Collegio Romano (3)», 5, p. 47 e p. 297.
- Osservazioni di pianetini e di comete nel triennio 1910–1912*, «Mem. Oss. Collegio Romano».
- Misure monocromatiche di coppie di stelle eseguite negli anni 1910–1913*, «Mem. del R. Osservatorio Astronomico al Collegio Romano», serie III, vol. VI, parte II.
- Misure di stelle doppie*, «Astron. Nachr.», Bd. 195, Nr 4659, p. 34, 1913.
- Misure di stelle doppie*, «Astron. Nachr.», Bd 196, Nr 4693, p. 218, 1913.
- Mitteilungen über kleine Planeten*, «Astron. Nachr.», Bd 195, Nr 4662, p. 127, 1913.
- Spedizione indo-asiatica De Filippi*, «Riv. Astronomia e Scienze affini», Anno VII, Aprile 1913.
- Osservazioni di pianetini e comete*, «Astron. Nachr.», Bd 196, Nr 4683, p. 42, 1914.
- Osservazioni di pianetini e comete*, «Astron. Nach.», Bd 198, Nr 4747, p. 362, 1914.
- Spedizione scientifica al Karakoram orientale*. Seconda relazione sui lavori compiuti dal 5 Novembre 1913 al 31 Marzo 1914 dal capo della spedizione Dott. Filippo De Filippi, «Rend. Accademia dei Lincei», vol. XXIII, serie 5a, fasc. 2, 1914.
- Misure di gravità relativa intorno all'asse eruttivo del Vesuvio*. Parte I: *Programma e determinazione della flessione del supporto*. Tip. Forche Caudine, Benevento 1914.
- Komet 1915a (Mellish)*, «Astron. Nachr.», Bd 200, Nr 4793, p. 295, 1915.
- Expedition to the Karakoram and Central Asia 1913–1914*, «Geographical Journal», August 1915.
- Relazioni scientifiche della spedizione italiana De Filippi nell'Himalàia, Caracorùm e Turchestàn cinese (1913–1914)*. Bologna, Ed. N. Zanichelli.
- Mitteilungen über Kometen. Komet 1915 a (Mellish)*, «Astron. Nach.», Bd 200, Nr 4788, p. 199, 1915.
- Effemeride della cometa 1915a (Mellish)*, «Mem. R. Osservatorio astronomico al Collegio Romano», 1915.
- Osservazioni di Pianetini e di Comete nel triennio 1913–1915*, «Rend. Acc. dei Lincei», vol. XV, ser. 6a, I sem., fasc. 4, 1932.
- The orbit of the spectroscopic Binary Boss 2285*, «Mt. Wilson Contrib.», Nr 171, 172, 1919.
- Il sistema multiplo  $\xi$  Ursae Majoris*, «Mem. Soc. Spettroscop. Italiani», 1919, vol. VIII, ser. 2a.
- Densità di alcuni sistemi binari visuali*, «Mem. Soc. Spettrosc. Italiani», 1919, vol. VIII, serie 2a.
- Intellectual intercourse between allied and friendly countries*, «Science», n.s. vol. XLIX, nr. 1268, 1919.
- Annibale Riccò (necrologio)*, «The Astroph. Journal», vol. LI, p. 65, 1920.
- Elia Millosevich (necrologio)*, «Rivista Geografica Italiana», anno XXVII, 1920.
- Esperienze fotografiche con il prisma obiettivo Merz–Secchi*, «Mem. Società Astronomica Italiana», vol. I, p. 15, 1920.
- Ricerca sulle righe dell'idrogeno e del calcio nelle stelle del primo e del secondo tipo di Secchi*, «Mem. Soc. Astronomica Italiana», vol. 1, p. 149, 1921.
- Progetto della torre solare per l'Osservatorio di Arcetri*, «Rivista di Ottica e Meccanica di Precisione», n. 1, Luglio 1921.
- Lo spettro della cromosfera solare nelle eclissi degli anni 1905 e 1914*, Arcetri, Firenze, 1921.
- Determinazioni astronomiche di latitudini e longitudini eseguite nell'Asia Centrale*, «Rend. Acc. Lincei», vol. XXX, ser. 5a, 1° sem., fasc. 10, 1921.
- Sulle determinazioni di differenze di longitudine mediante la telegrafia senza fili*, «Rend. Acc. Lincei», vol. XXX, ser. 5a, 2° sem., fasc. 1-2, 1921.
- Sul confronto fra osservazioni visuali e fotografiche delle nebulose*, «Rend. Acc. Lincei»,

- vol. XXX, ser. 5a, 2° sem., 1921.
- Sulla massa e il moto proprio del sistema 40 Eridani*, « Rend. Accad. Lincei », vol. XXX, ser. 5a, 2° sem., fasc. 11, 1921.
- Lo spettro della cromosfera solare nelle eclissi degli anni 1905 e 1914*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. II, p. 5, 1921.
- Sugli indici di colore e sugli spettri delle stelle doppie*, « Rend. Acc. Lincei », vol. XXXI, ser. 5a, 2° sem., fasc. 5/6, 1922.
- Il sistema binario  $\sigma$  Coronae Borealis*, « Rend. Acc. Naz. dei Lincei », vol. XXXI, ser. 5a, 1° sem., fasc. 11, 1922.
- Sulla massa delle stelle doppie spettroscopiche*, « Rend. Acc. Lincei », vol. XXXI, ser. 5a, 2° sem., fasc. 5/6, 1922.
- Explorations in the Eastern Karakoram and the upper Yarkkand Valley*, Office of the Trigonometrical Survey, 1922.
- Strumenti astronomici moderni*, « Rivista di Ottica e Meccanica di precisione », vol. II, fasc. II, 1922.
- Première Session de l'Union Astronomique Internationale*, pagg. 371-374-378, « L'Astronomie », 36me année, 1922.
- Il riflettore prismatico dell'Osservatorio di Arcetri*, « Rend. Acc. Naz. dei Lincei », vol. XXXII, ser. 5a, 1° sem., fasc. 7°, 1923.
- Ancora sugli indici di colore e sugli spettri delle stelle doppie*, « Rend. Acc. dei Lincei », vol. XXXII, ser. 5a, 2° sem., fasc. 12, 1923.
- Sulle parallassi spettroscopiche delle stelle appartenenti al primo tipo di Secchi*, « Rend. Acc. Lincei », vol. XXXIII, ser. 5a, 2° sem., fasc. 11, 1924.
- Sulle parallassi e le masse di alcuni sistemi binari*, « Rend. Acc. Lincei », vol. XXXIII, ser. 5a, 2° sem., fasc. 12, 1924.
- La II Assemblea generale dell'Unione Astronomica Internazionale*, « Mem. Soc. Astr. Italiana », vol. III, 1926, p. 145, 1926.
- Sull'altezza della cromosfera solare*, « Rend. Acc. Lincei », vol. III, ser. 6a, 1° sem., 1926.
- Sulla struttura della riga  $H\alpha$  nella cromosfera solare*, « Rendic. Accademia Lincei », vol. III, ser. 6a, 1° sem., fasc. 10, 1926.
- Sull'effetto Evershed nelle macchie solari*, « Rend. Accademia Naz. dei Lincei », vol. IV, ser. 6a, 1° sem., fasc. 7-8, 1926.
- Osservazioni sui moti propri dei vapori metallici nelle macchie solari*, « Rend. Acc. Lincei », vol. IV, ser. 6a, 2° sem., fasc. 7-8, 1926.
- Spectrophotometric determinations of absolute magnitudes of B and A - type stars*, « Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik », 1926.
- La torre solare d'Arcetri: un'opera d'ingegneria per l'Astrofisica*, « Ingegneria », Gennaio 1926.
- The De Filippi Expedition to the Eastern Karakoram*, « Nature », February 1926, p. 222.
- Sulle relazioni fra le eruzioni solari e le tempeste magnetiche terrestri*, « Rend. Acc. Lincei », vol. V, ser. 6a, 1° sem., fasc. 10, 1927.
- Attività ed altezza della cromosfera solare nel 1926*, « Rend. Acc. Naz. Lincei », vol. V, ser. 6a, 1° sem., fasc. 9, 1927.
- Osservazioni dell'eclisse parziale di sole del 29 Giugno 1927, eseguite in Arcetri*, « Rend. Accademia dei Lincei », vol. VI, serie 6a, 2° sem., fasc. 3-4, 1927.
- Le problème de l'index de couleur en Astronomie*, « Rend. Accademia dei Lincei », vol. VI ser. 6a, 2° sem., fasc. 9, 1927.
- La III Assemblea generale dell'Unione Astronomica Internazionale, Leida (Olanda)*, « L'Universo », anno IX, n. 12, 1928.
- Attività ed altezza della cromosfera solare nel 1927*, « Rend. Acc. Lincei », vol. VII, ser. 6a, 1° sem., fasc. 6, 1928.
- Anomalie della gravità e deviazioni della verticale determinate dalla spedizione De Filippi nell'Asia Centrale (1913-14)*, « Rend. Accademia dei Lincei », vol. VIII, ser. 6a,

- 2° sem., fasc. 9, 1928.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1928*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. IV, p. 541, 1929.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1928*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. IV, p. 541, 1929.
- Altezza della cromosfera nel 1928 ed andamento del presente ciclo solare*, « Rend. Accademia dei Lincei », vol. X, ser. 6a, 2° sem., fasc. 1-2, 1929.
- Struttura della riga  $H\alpha$  e periodo di rotazione della cromosfera solare*, « Rend. Acc. Lincei », vol. X, ser. 6a, 2° semestre, fasc. 5-6, 1929.
- Sul periodo di rotazione della cromosfera solare* (in collab. con B. Novakova), « Mem. Società Astronomica Italiana », vol. IV, p. 491, 1929.
- Altezza della cromosfera nel 1929 ed andamento del presente ciclo solare*, « Rend. Accademia Lincei », vol. XI, ser. 6a, 1° sem., fasc. 11, 1930.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1929*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. V, p. 133, 1931.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1930*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. V, p. 375, 1931.
- Altezza della cromosfera nel 1930*, « Rend. Accademia Lincei », vol. XIII, ser. 6a, 1° sem. fasc. 9, 1931.
- A new general catalogue of stellar parallaxes (recensione)*, « The Observatory », vol. LIV, nr. 685, 1931.
- Righe di emissione nello spettro del bordo solare*, « Mem. Società Astronomica Italiana », vol. V, p. 383, 1931.
- I numeri caratteristici dell'attività solare*, « Memorie Società Astronomica Italiana », vol. V, p. 423, 1931.
- Galileo and Simon Mayer*, « Astronomical Journal », vol. 41, nr. 9, 1931.
- Galileo Galilei as a pioneer in the physical Sciences*, « Publ. of the Astronomical Society of the Pacific », vol. XLIII, nr. 251, 252, 1931.
- Periodo di rotazione e spostamenti al lembo dedotti dalle righe di emissione al bordo del sole*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. VI, p. 17, 1932 (in coll. con G. Righini).
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1931*, « Mem. Società Astron. Italiana », vol. VI, p. 221, 1932.
- Moti dei vapori metallici nelle macchie del sole*, « Mem. Società Astron. Italiana », vol. VI, p. 353, 1932.
- Altezza della cromosfera nel 1931*, « Rend. Acc. Lincei », vol. XV, ser. 6a, 1° sem., fasc. 4, 1932.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1932*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. VII, p. 77, 1933.
- La IV Assemblea generale dell'Unione Astronomica Internazionale in Cambridge (Massachusetts)*, 2-9 Settembre 1932, « La Ricerca Scientifica », anno IV, vol. I, nr. 3, 1933.
- Altezza della cromosfera nel 1932 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Accademia Lincei », vol. XVII, ser. 6a, 1° sem., fasc. 5, 1933.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1933*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. VIII, p. 17, 1935.
- Determinazione spettroscopica del periodo di rotazione del sole negli anni 1933-34*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. VIII, p. 145, 1934 (in coll. con I. Castelli e B. Novakova).
- Altezza della cromosfera nel 1933 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Accad. Lincei », vol. XIX, ser. 6a, 1° sem., fasc. 6, 1934.
- Sulla variabilità del periodo di rotazione del sole*, « Rend. Acc. Lincei », vol. XIX, ser. 6a, 1° sem., fasc. 12, 1934.
- Intensità centrali delle righe dei metalli e del cianogeno nello spettro del sole al centro e ai*

- Iembi*, « Mem. Società Astronomica Italiana », vol. VIII, p. 375, 1935 (in coll. con I. Castelli).
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1934*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. VIII, p. 407, 1935.
- Altezza della cromosfera nel 1934 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Accad. Lincei », vol. XXI, ser. 6a, 1° sem., fasc. 5, 1935.
- Relazioni scientifiche della spedizione italiana De Filippi nell'Himalaya, Caracorum e Turkestan cinese (1913-14)*, « Scientia », Ottobre 1935.
- Ricorrenza periodica dei fenomeni solari e delle perturbazioni del magnetismo terrestre*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. IX, p. 225, 1936.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1935*, « Mem. Società Astronomica Italiana », vol. IX, p. 267, 1936.
- Altezza della cromosfera nel 1935 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Accad. Lincei », vol. XXIII, ser. 6a, 1° sem., fasc. 7, 1936.
- Gli studi spettroscopici delle atmosfere stellari*, « Scientia », anno 30°, Marzo 1936.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1936*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. X, p. 255, 1937.
- Altezza della cromosfera nel 1936 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Acc. Lincei », vol. XXV, ser. 6a, 1° sem., fasc. 6, 1937.
- Chimica delle stelle. Problemi e Discussioni*, « Acc. Naz. dei Lincei », Seduta del 6 Dicembre 1936, Ed. Bardi, 1937.
- L'eclisse di sole del 19 Giugno 1936 osservata nell'URSS (relazione della Missione Astronomica Italiana)*, « R. Accademia d'Italia », Estr. nr. 4, 1938.
- Altezza della cromosfera nel 1937 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Acc. Lincei », vol. XXVII, ser. 6a, 1° sem., fasc. 7, 1938.
- Gian Domenico Cassini e i Cassini - Celebrazioni Liguri*, Bordighera, 9 Ottobre 1938.
- Sulla forma della corona solare*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XI, p. 161, 1938.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1937*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XI, p. 145, 1938.
- George Ellery Hale (1868-1938)*. Notizie biografiche, « Mem. Soc. Astronomica Italiana », vol. XI, p. 217, 1938.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1938*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XII, p. 157, 1939.
- Un nuovo tipo di telescopio solare* (in collab. con F. Scandone), « Società Italiana per il Progresso delle Scienze », Roma 1939.
- Temperatura e spettro di una notevole macchia solare*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XII, p. 225, 1939 (in coll. con A. Colacevich).
- Magnetic Observations of sunspots 1917-1924*, « Mem. Soc. Astronomica Italiana », vol. XII, p. 253, 1939.
- Intensità di eruzioni osservate al bordo del sole*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XIII, p. 19, 1940 (in collab. con A. Colacevich).
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1939*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XIII, p. 163, 1940.
- Altezza della cromosfera nel 1939 e andamento del ciclo solare*, « Atti Accademia d'Italia », vol. I, fasc. 12, serie 7a, 1940.
- L'alluminatura degli specchi astronomici* (in collab. con M.G. Fracastoro), « Ricerca scientifica », anno 12, p. 571, 1941.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1940*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XIV, p. 155, 1941.
- Altezza della cromosfera nel 1940 e andamento del ciclo solare*, « Atti Accademia d'Italia », serie 7a, vol. 2, 1941.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare nel 1941*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XV, p. 87, 1942.

- Altezza della cromosfera nel 1941 e andamento del ciclo solare*, « Atti Accademia d'Italia », vol. III, serie 7a, fasc. 11, 1942.
- Le opere dei Discepoli di Galileo Galilei* (programma della edizione nazionale), Firenze, Barbèra Ed. 1942.
- Le opere di G.V. Schiaparelli pubblicate a cura della Specola di Brera*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XV, p. 121, 1942.
- Il catalogo astrofotografico internazionale e la zona di Catania*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XV, p. 265, 1942.
- Osservatori astronomici d'Italia*, « Annali della Università d'Italia », anno III, nr. 3, 1942.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1942*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XVI, p. 59, 1944.
- Ricordo di Giuseppe Lorenzoni (1843-1914)*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XVI, p. 71, 1944.
- Le edizioni nazionali delle opere di Galileo e dei suoi discepoli*, « Nuova Antologia », anno 79, fasc. 1723, Firenze 1944.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1943*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XVI, p. 231, 1944.
- Galileo Galilei and the rise of experimental research in Italy*, da « Syllabus of leave courses given by professors of the University of Florence to members of 1st Canadian Armoured Brigade, Canadian Army, Italy 1945 ».
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1943-44*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XVII, p. 197, 1946.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1945*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XVII, p. 249, 1946.
- I compiti attuali dell'Astronomia e il Consiglio Nazionale delle Ricerche*, « Ricerca scientifica e Ricostruzione », anno 16°, nr. 7, 1946.
- Altezza della cromosfera nel 1943 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Acc. Lincei », vol. I, serie 8a, p. 27, 1946.
- Altezza della cromosfera negli anni 1944-45-46 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Acc. Lincei », serie 8a, vol. II, fasc. 5, 1947.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1946*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XIX, p. 31, 1947.
- Astronomia sferica e teorica*, di F. Zagar (recensione), « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XIX, p. 143, 1948.
- Italo Piccagli (necrologio)*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XIX, p. 151, 1948.
- Altezza della cromosfera nell'anno 1947 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Acc. Lincei », vol. IV, serie 8a, fasc. 4, 1948.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1947*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XIX, p. 201, 1948.
- Il congresso dell'Unione astronomica internazionale* (Zurigo 10/19 Agosto 1948), « La ricerca scientifica », anno 18°, nr. 10, 1948.
- Lo studio delle relazioni fra fenomeni solari e terrestri*, « Acc. Naz. dei Lincei », anno 345°, 1948, Roma.
- Centro di studio per la fisica solare: attività svolta durante l'anno 1948-49*. « La ricerca scientifica », anno 19, nr. 8, 1949.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1948*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XX, p. 177, 1949.
- Altezza della cromosfera nell'anno 1948 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Acc. Lincei », serie 8a, vol. VI, fasc. 5, 1949.
- William P. Henderson (necrologio)*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XX, p. 345, 1949.
- Altezza della cromosfera nell'anno 1949 ed andamento del ciclo solare*, « Rend. Acc. Naz. Lincei », serie 8a, vol. VIII, fasc. 5, 1950.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1949*, « Mem. Soc. Astron.

- Italiana », vol. XXI, p. 269, 1950.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1950*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XXII, p. 147, 1951.
- Physique de l'atmosphère des étoiles*, di A. Unsöld (recensione), « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XXII, p. 355, 1951.
- Riassunto dell'attività svolta al Centro di studio per l'Astrofisica del CNR ad Arcetri*, « La ricerca scientifica », anno 21°, p. 1775, 1951.
- L'eclisse totale di sole del 25 Febbraio 1952*. Relazione preliminare della spedizione italiana, « La ricerca scientifica », anno 22°, p. 1525, 1952.
- L'VIII Assemblea generale dell'Unione Astronomica Internazionale*. Relazione preliminare (in coll. con F. Zagar), « La ricerca scientifica », anno 22°, p. 2070, 1952.
- Sul luogo probabile dei poli magnetici solari*, « Atti dell'XI Convegno Volta, Roma 14/19 Settembre 1952, Ed. Acc. Naz. dei Lincei », Roma 1953.
- Osservazioni di protuberanze e della cromosfera solare eseguite nel 1951*, « Mem. Soc. Astron. Italiana », vol. XXIII, p. 191, 1953 (in coll. con M. Hack).
- Commemorazione di Attilio Colacevich (1906-1953)*, « Rend. Acc. Lincei », vol. XVI, serie 8a, fasc. 3, 1954.

## OPERE

- Padre Angelo Secchi*. Ed. Giacomo Agnelli, Milano 1928.
- Solar Physics*. Su: *Handbuch der Astrophysik*, Springer Ed. 1929.
- IVme Rapport de la Commission pour l'étude des relations entre les phénomènes solaires et terrestres. Conseil International des Unions Scientifiques. Barbera Ed. Firenze, 1936.
- Il sole*. Ed. Hoepli, Milano 1936. *The sun*, Crosby Lockwood, 1938.
- Id.* 2a edizione, Hoepli, Milano 1952. Tradotto in inglese « The Sun », e pubblicato da MacMillan, N.Y. e Faber & Faber, London 1957. Tradotto in spagnolo « El Sol » e pubblicato da Endeaba, Buenos Ayres, 1962; 1a ristampa 1978, 2a ristampa 1980.
- Vme Rapport de la Commission pour l'étude des relations entre les phénomènes solaires et terrestres. « Conseil International des Unions Scientifiques ». Barbera Ed. Firenze, 1939.
- Esplorazioni celesti*. Hoepli, Milano 1943.
- Scienza d'oggi*. Bompiani Ed. 1945.
- Amici e nemici di Galileo*. Bompiani Ed. 1945.
- Le stelle e i pianeti*. Einaudi Ed. Torino, 1945.
- Keplero*. Ed. La Scuola, Brescia, 1951.
- The History of the Astronomy*. H. Schumann Ed. N. Y. 1952. Ristampato con lo stesso titolo da Sidwick & Jackson, London, 1954. Tradotto in spagnolo « Historia de la Astronomia », Fondo de Cultura Economica, Mexico, 1956.
- Le stelle e i pianeti*, 2a Ed. 1956. Tradotto in inglese « Stars & Planets » da Faber & Faber, London 1966.
- Esplorazione dell'Universo*. Laterza Ed. Bari, 1959. Tradotto in inglese « The exploration of the Universe », Faber & Faber Ed. 1968.
- Nebulose e universi isole* (in collab. con M. Hack). Einaudi Ed. 1959. Riedizione di Borringhieri, 1968. Tradotto in inglese « Nebulae and Galaxies », T. Cromwell Comp. N.Y. 1964 e Faber & Faber, London, 1964.
- Storia dell'Astronomia*. Vallecchi Ed. Firenze, 1963.
- Solar Research*. Eyre-Spottiswoode Ed. London, 1962.
- L'unità del Cosmo*. Bompiani Ed. 1964. Tradotto in spagnolo « La Unidad del Cosmos ». Univ. Eisa 1966.
- Vita nell'Universo*. ERI Ed. 1965. Tradotto in spagnolo « La vida del Universo ». Universal Eisa, 1966.

## ARTICOLI DIVULGATIVI

Nella vastissima produzione di Giorgio Abetti nel campo della divulgazione su quotidiani e periodici, italiani e stranieri, si annoverano, fra gli altri, 92 articoli sul quindicinale « Sapere », 26 su « Luce e Immagini », rivista dell'Associazione Ottica Italiana, e 254 articoli sul quotidiano « La Stampa » di Torino, nel periodo 1952-1979.