



Società Italiana degli Storici
della Fisica e dell'Astronomia

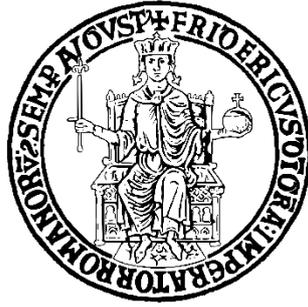
40 anni di Storia della Fisica e dell'Astronomia in Italia
40 Years of History of Physics and Astronomy in Italy

a cura di / *edited by*
Ivana Gambaro, Salvatore Esposito

Federico II University Press



fedOA Press



Università degli Studi di Napoli Federico II

SISFA Studies in the History of Physics and Astronomy

1





Società Italiana degli Storici
della Fisica e dell'Astronomia

40 anni di Storia della Fisica e dell'Astronomia in Italia
40 Years of History of Physics and Astronomy in Italy

a cura di / *edited by*
Ivana Gambaro, Salvatore Esposito

Federico II University Press



fedOA Press

40 anni di Storia della Fisica e dell'Astronomia in Italia = 40 Years of History of Physics and Astronomy in Italy / Società italiana degli storici della fisica e dell'astronomia ; a cura di = edited by Ivana Gambaro, Salvatore Esposito. – Napoli : Federico II University Press, 2024 ; X, 120 p. : ill. ; 24 cm. – (SISFA Studies in the History of Physics and Astronomy ; 1).

Accesso alla versione elettronica: www.fedoabooks.unina.it

ISBN: 978-88-6887-223-6

DOI: 10.6093/978-88-6887-223-6

Comitato Scientifico:

Luisa Bonolis (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin), Salvatore Esposito (Università degli Studi di Napoli Federico II), Lucio Fregonese (Università degli Studi di Pavia), Ivana Gambaro (Università degli Studi di Genova), Roberto Lalli (Politecnico di Torino; Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, Berlin), Adele La Rana (Università degli Studi di Macerata), Flavia Marcacci (Pontificia Università Lateranense, Roma), Matteo Valleriani (Technische Universität, Berlin), Valeria Zanini (INAF, Osservatorio Astronomico di Padova).

In copertina / On the cover:

Affresco (particolare): *Giovane introdotto alle sette Arti Liberali* (1483-1486) di / Fresco (particular): *A Young Man Being Introduced to the Seven Liberal Arts* (1483-1486) by Sandro Botticelli (1445-1510). Musée du Louvre (Paris, F).

Wikimedia Commons

Copertina e rielaborazione progetto grafico: Ivana Gambaro

© 2024 FedOAPress - Federico II University Press
Università degli Studi di Napoli Federico II
Centro di Ateneo per le Biblioteche "Roberto Pettorino"
Piazza Bellini 59-60 - 80138 Napoli, Italy
<http://www.fedoapress.unina.it/>
Published in Italy
Prima edizione: marzo 2024

Gli E-Book di FedOAPress sono pubblicati con licenza Creative Commons Attribution 4.0 International



40 anni di Storia della Fisica e dell'Astronomia in Italia

Workshop promosso ed organizzato dalla
SISFA – Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia

a cura di *F. Bevilacqua, S. Esposito, I. Gambaro e P. Tucci*

Online: <https://meet.google.com/ano-twgf-dcg>

Mercoledì 15 dicembre 2021

- 15h00 Introduzione ai lavori
S. Esposito
- 15h05 I fisici e gli storici della Fisica
P. Tucci
- 15h35 Storia della Fisica e storia della Scienza in Italia e all'estero
F. Bevilacqua
- 16h05 I problemi della Storia dell'Astronomia e i rapporti istituzionali con SAI e INAF
I. Chinnici
- 16h35 Museologia e strumentazione: i rapporti con gli storici della Fisica e della Scienza
P. Brenni
- 17h05 Storia della Fisica e Filosofia
E. Giannetto
- 17h25 Fondamenti e storia della Fisica
A. Drago
- 17h45 Evoluzione dei raggruppamenti concorsuali
P. Rossi
- 18h05 Interventi liberi - Discussione
- 19h00 Termine dei lavori della giornata

Giovedì 16 dicembre 2021

- 15h00 Pubblicazioni scientifiche in storia della Fisica
G. Battimelli
- 15h30 Fondamenti della Fisica e storia della Scienza: i rapporti con gli storici della Fisica
A. Garuccio
- 16h00 L'esperienza di uno storico della Fisica in ambito internazionale
R. Lalli
- 16h30 Storia della Fisica e formazione degli insegnanti
I. Gambaro, L. Fregonese
- 17h00 Science wars e storia della Fisica
G. Ienna
- 17h20 SIF e storia della Fisica
N. Robotti
- 17h40 SISFA : hic et nunc
L. Fregonese, S. Esposito
- 18h00 Interventi liberi - Discussione
- 18h50 Conclusioni
S. Esposito
- 19h00 Termine dei lavori

Sommario

Prefazione

Ivana Gambaro IX

Introduzione

Salvatore Esposito 1

The Physicists and the Historians of Physics

Pasquale Tucci 3

Per una Storia del GNSF-SISFA

Cenni sulla nascita e primi sviluppi della Storia della Scienza negli Stati Uniti

Fabio Bevilacqua 17

I problemi della Storia dell'Astronomia e i rapporti istituzionali con SAI e INAF

Ileana Chinnici 35

Fondamenti e Storia delle Teorie Fisiche

Antonino Drago 39

Storia della Fisica e Filosofia: l'Attualismo e la Fisica

Enrico Giannetto 51

Evoluzione delle denominazioni dei corsi di Fisica

Paolo Rossi 59

Pubblicazioni scientifiche in Storia della Fisica

Giovanni Battimelli 65

Panoramica sulla Storia della Fisica del XX secolo negli Stati Uniti e in Germania: ambiti istituzionali e direzioni di ricerca

Roberto Lalli 71

Storia della Fisica e formazione dei docenti

Ivana Gambaro, Lucio Fregonese 81

Conflitti ideologici in Storia della Fisica: alcuni presupposti dell'istituzionalizzazione della Storia della Fisica in Italia

Gerardo Ienna 93

La Società Italiana di Fisica e la Storia della Fisica

Nadia Robotti 105

VIII

SISFA: *hic et nunc*

Lucio Fregonese, Salvatore Esposito 113

APPENDICE

Programma del Workshop 119

Prefazione

Il Gruppo Nazionale di Coordinamento di Storia della Fisica del CNR (GNSF), poi SISFA, costituitosi nel 1981, è all'origine della storia della nostra comunità.

I due Convegni al Collegio Ghislieri di Pavia nel 1981 che hanno avviato questo appassionante percorso sono ben vivi nella memoria di alcuni tra i soci. Il primo, in realtà una riunione di natura principalmente organizzativa tra alcuni studiosi della disciplina, si tenne nell'aprile di quell'anno, mentre il secondo si svolse a Pavia nei giorni 15-17 ottobre 1981 e rappresentò il primo atto formale e la prima occasione d'incontro per tutti coloro che in Italia si riconoscevano nella comune passione per la "storia" e per la "fisica". Le unità che parteciparono furono: Bologna, Genova, Lecce, Milano, Napoli, Palermo, Parma, Pavia, Roma, a cui nel 1983 si aggiunsero Torino e Padova, seguite da Firenze e Catania. Il volume degli Atti del III Convegno a Palermo (11-16 ottobre 1982), raccoglie anche gli Atti del II Convegno tenutosi a Pavia. Successivamente i Convegni si tennero a Como (3-5 novembre 1983), a Roma (29 ottobre - 1° novembre 1984) poi via via gli altri con periodicità annuale.¹

Il tema delle due culture, affrontato in un famoso libro di C. Snow del 1959, e il loro comune obiettivo di comprensione della realtà hanno influito sugli orientamenti alla ricerca del GNSF, e l'interesse che intreccia la storia delle due discipline con la loro didattica ha stimolato la presentazione di contributi ai Convegni ed è alla radice del neo-costituito Coordinamento Nazionale del Settore Scientifico-disciplinare FIS/08 (CooFIS08). Un'immagine ci è parsa ben rappresentare queste due sinergie parallele e dunque appare sulla copertina di questo volume: l'affresco di Sandro Botticelli (1445-1510). Scoperta nel 1873 a Villa Lemmi Tornabuoni, vicino Firenze, e ora al Louvre, l'opera a carattere allegorico fu commissionata da Giovanni Tornabuoni, direttore della filiale romana del Banco dei Medici, per le nozze del figlio Lorenzo con Giovanna degli Albizzi nel 1486. Il giovane sposo è introdotto dalla Grammatica nel circolo delle sette arti liberali, del Trivio e del Quadrivio, sopra il quale troneggia la Sapienza. Le arti sono riconoscibili dai loro attributi: la Retorica, sullo sfondo a sinistra, con un rotolo in mano, la Dialettica (o Logica) con lo scorpione, le cui chele rappresentano le posizioni opposte del pensiero dialettico, l'Aritmetica, con un foglio che presenta simboli matematici, che volge lo sguardo verso il giovane, orientato a seguire le orme paterne. Segue la Sapienza assisa in alto, quindi la Geometria con una squadra appoggiata alla spalla, l'Astronomia con la sfera celeste e infine la Musica con un tamburello e un piccolo organo portatile. La Grammatica, tradizionalmente rappresentata mentre insegnava a un bambino, qui conduce Lorenzo, il suo discepolo, al cospetto delle arti.

¹ Si veda Bevilacqua F., Esposito S. (2021). "SISFA: 40 years of History of Physics in Italy". *Il Nuovo Saggiatore*, 37(1-2), pp. 39-50. Per i Convegni più recenti si veda: <http://www.sisfa.org/convegni/>. I contributi ai primi trenta volumi degli Atti sono raccolti nel database al link: <http://www.sisfa.org/ricerca-atti/> e quelli successivi al 2012 sono consultabili al link: <http://www.sisfa.org/pubblicazioni/>.

Insieme a Fabio Bevilacqua e a Pasquale Tucci, memorie storiche della SISFA, e con il continuo sostegno del nostro Presidente Salvatore Esposito, ho organizzato questo Workshop, tenutosi online il 15 e 16 Dicembre 2021 in un periodo ancora pandemico. L'esperienza è stata assai stimolante e ricca di spunti di riflessione, oltre che un gratificante incarico per cui caldamente ringrazio il Consiglio Direttivo.

Nelle pagine che seguono, Tucci ricostruisce le fasi salienti della storia della nostra comunità dagli anni Settanta ad oggi, e Bevilacqua la collega al contesto internazionale, e in particolare alle vicende e agli sviluppi istituzionali della Storia della Scienza negli Stati Uniti. Chinnici illustra la ricerca storica in ambito astronomico e i rapporti con SAIIt e INAF, mentre Drago affronta l'intreccio tra Fondamenti della Fisica e Storia della Fisica. I complessi rapporti tra la Filosofia e la Storia della Fisica nel '900 sono indagati nel contributo di Giannetto, e quello di Rossi analizza la creazione e la definizione di un nuovo sistema di formazione superiore in ambito universitario dal secondo dopoguerra ad oggi, con particolare riguardo alle nostre discipline. Battimelli affronta il tema delle pubblicazioni scientifiche in Storia della Fisica nel contesto internazionale e nel panorama italiano, e Lalli tratteggia una panoramica degli ambiti socio-istituzionali e delle direzioni della ricerca in Storia della Fisica in Germania e negli Stati Uniti. I rapporti e gli intrecci tra Storia della Fisica e Didattica della Fisica, con particolare attenzione ai temi della formazione iniziale e di quella in servizio dei docenti, sono affrontati nel contributo di Gambaro e Fregonese, mentre Ienna ricostruisce i presupposti socio-politici alla base dell'interesse della comunità fisica italiana per la Storia della Fisica e il successivo emergere delle controversie politico-epistemologiche a partire dai primi anni Settanta. Robotti ripercorre le iniziative che nel corso dei decenni hanno visto una collaborazione sempre più vivace tra la Società Italiana di Fisica (SIF) e la SISFA e che ha condotto alla pubblicazione di un numero considerevole di volumi. L'ultimo articolo, a firma del *Past President* Fregonese e di quello in carica Esposito, richiama le attività realizzate dalla SISFA e dai suoi soci in questi anni e le numerose iniziative poste in essere quanto a pubblicazioni, workshop, convegni e cicli di seminari online, con l'auspicio che il rinnovato impegno dei soci contribuisca a far conoscere sempre di più e sempre meglio, in Italia e all'estero, la SISFA e le sue attività.

Ben lieta di aver contribuito alla realizzazione di questa iniziativa, ringrazio il Presidente Salvatore Esposito, il Consiglio Direttivo 2019-2021 e il successivo 2022-2024, e in particolare Fabio Bevilacqua e Pasquale Tucci senza i cui preziosi contributi questa iniziativa non avrebbe mai visto la luce. Infine un ringraziamento va agli autori tutti, che con entusiasmo hanno aderito alla proposta, con l'augurio che i testi qui presentati stimolino la curiosità e l'interesse di vecchi e nuovi lettori orientandoli a collaborare e aderire alla SISFA.

Ivana Gambaro
Vice Presidente SISFA

Introduzione

Il ricco calendario di iniziative organizzate dalla SISFA, e svoltesi nel corso del 2021, per festeggiare i primi quarant'anni di attività della comunità degli storici italiani della Fisica e dell'Astronomia si concluse con un Workshop speciale, di cui qui presentiamo gli atti. Nel 1981, infatti, la nostra comunità prese "ufficialmente" coscienza di voler intraprendere un cammino comune, che poi porterà, nel 1999, alla fondazione dell'attuale Società. In realtà, già nel corso del nostro XLI Congresso nazionale, tenutosi ad Arezzo nel settembre 2021, era stata prevista una speciale sessione commemorativa dell'importante anniversario, con interventi dedicati e ricordi personali. Tuttavia, proprio in quella sede emerse forte la volontà da parte dei partecipanti di maggiormente discutere, approfondire, ragionare su quanto avvenuto nei trascorsi quarant'anni, nonché di prendere coscienza dei problemi affrontati – alcuni risolti, mentre altri ancora perdurano – per cui sembrò opportuno al Presidente SISFA di prendere l'impegno di organizzare un intero Workshop speciale dedicato alla questione, da svolgersi entro la fine dello stesso anno.

Come prevedibile, l'entusiasmo iniziale dovette cedere rapidamente il passo alla concretezza dell'organizzazione, ed è quindi un dato di fatto che il convegno non avrebbe visto la luce, almeno, non nella ottima impostazione effettivamente data, se non fosse intervenuto il fattivo impegno del Comitato Organizzatore, nelle persone dei soci Fabio Bevilacqua, Ivana Gambaro e Pasquale Tucci. L'intento dichiarato, infatti, non era per nulla quello propriamente celebrativo (o auto-celebrativo), bensì quello di riflettere insieme su quanto avvenuto per proporre un opportuno cammino futuro per la comunità italiana. La scelta degli argomenti da trattare esplicitamente, e dei relatori a cui affidarne la cura, si è quindi rivelato essere il problema principale su cui lavorare, e la soluzione proposta sembra aver incontrato il massimo favore dei partecipanti. Ci auguriamo che lo stesso favore possa venir accordato al presente volume, che qui raccoglie i diversi contributi.

Proposte dirette e indirette sulla direzione da seguire nell'immediato futuro sono emerse in ciascun intervento, e particolarmente prezioso si è pure rivelato il dibattito "corale" a conclusione dei lavori. Se è probabilmente vero – come è emerso dalla discussione – che le risorse umane disponibili nella SISFA non sono numerose, e certamente non congrue con gli obiettivi perseguiti, tuttavia è altrettanto vero che la partecipazione, e l'impegno (seppur limitato) dei pochi, non sembra venire a mancare. E, d'altra parte, la direzione da seguire per la crescita – non solo numerica, ma soprattutto culturale – della Società è ben chiara. Naturalmente, la comunità è risultata essere ben conscia del fatto che le condizioni "al contorno" non sono attualmente molto favorevoli ad un suo sviluppo rigoglioso, accademico e non (e forse lo sono ancor meno rispetto a quel lontano 1981, come alcuni hanno sottolineato), ma la SISFA è chiamata a lavorare per fare la propria parte, nella ottimistica attesa di un cambiamento di prospettiva, che potrà ben essere guidato dalle giovani leve che, di fatto, non stanno mancando alla comunità degli storici italiani della Fisica e dell'Astronomia.

Nel costruire l'impianto del Workshop, si era tenuto ben presente, come era ovvio, che nel percorso quarantennale una parte della storia della nostra comunità ha riguardato, tra le altre cose, anche la museologia e la strumentazione scientifica. Il relatore più appropriato per discutere di questa parte è

apparso subito a tutti essere Paolo Brenni che, con la disponibilità che sempre lo ha contraddistinto, aveva accettato con piacere l'incarico. Purtroppo, però, pochi giorni prima dell'inizio del Workshop, il nostro storico socio è venuto prematuramente a mancare, per cui non abbiamo più potuto beneficiare del suo intervento, e qui il lettore non troverà alcun suo illuminante contributo. Nonostante non mancassero affatto altre competenze appropriate all'interno della SISFA per relazionare sull'argomento, non è sembrato opportuno procedere a colmare la lacuna formatasi, riconoscendo in Paolo Brenni un punto di riferimento per tutti gli studiosi di strumentazione scientifica. È invece sembrato opportuno sostituire il detto intervento con un ricordo del socio appena mancato, affidato alla cura di Roberto Mantovani e all'affettuoso ricordo della sua storica collaboratrice Anna Giatti. Tutta l'emozione di tale commemorazione può essere ben apprezzata da quanto riportato sul canale YouTube della SISFA, che pure riporta tutti i filmati degli interventi del Workshop.

Ci auguriamo che la lettura del presente volume possa contribuire non solo a far conoscere la storia della nostra comunità, sia al suo interno sia all'esterno. muovendo la curiosità di altri studiosi interessati alla Storia della Fisica sviluppatasi in Italia, ma anche a suggerire ispirazioni per delineare chiaramente il percorso che essa è chiamata a percorrere nei successivi quarant'anni (e anche oltre!).

Salvatore Esposito

Presidente SISFA

The Physicists and the Historians of Physics

Pasquale Tucci¹

Università degli Studi di Milano, ptucci@icloud.com

1. Introduction

In 1985 Silvio Bergia took on the task of drawing up an assessment of the activities of the National Group for the History of Physics (GNSF) and of the contributions published in the Proceedings of the annual Conferences (Bergia, 1985). Fabio Bevilacqua and Salvatore Esposito outlined the historical context of the birth of the GNSF, the first meetings and the first national conference in Pavia and later the establishment of SISFA in Milano (Bevilacqua & Esposito, 2021). Gerardo Ienna has published a contribution on the birth of research in History of Physics and Astronomy (HPA) in Italian scientific institutions (Ienna, 2022).

Other contributions have been published on the *status* of the History of Science in Italy (Torrini, 1988; Pancaldi, 1980; Cappelletti, 1990; Pancaldi, 2020). From them emerges the epistemological and institutional break between the History of Science and the History of scientific disciplines. The logic of this dichotomy is long-standing, but I will not address this issue. I will focus my attention on the social and cultural events that allowed the development of a strong interest in Physics departments² for researching and teaching the History of Physics in the 1970s and the decline of that interest in the 1990s.

2. Physicists as Historians of Physics in Italy

In Italy, in the second half of the 20th century, some physicists still active as researchers in some area of their discipline dedicated time and effort to the History of Physics. The precursor was Giovanni Polvani (1892-1970) who, even before and during the Second World War, had expressed his interest in the History of Physics.³

As President of the Italian Physical Society (SIF) from 1947 to 1961, President of the National Research Council (CNR) from 1960 to 1965 and President of the Domus Galilæana from 1955 to 1970 he worked to ensure that historical studies had a *status* in research and education that was recognized and shared within scientific institutions. In the 1961 he was responsible for the inclusion of History of Physics, Epistemology and Methodology courses in Physics degree programs.

The other physicist who devoted a considerable part of his life to the History of Physics was Edoardo Amaldi (1908-1989). On Amaldi as a physicist and as a statesman see (Rubbia 1991), (Battimelli *et al.*, 2022). In 1966 he published a monograph on Ettore Majorana and in 1979, together with Franco Rasetti, a monograph on Enrico Persico. A manuscript of his about the adventurous life of Friedrich Houtermans was first published posthumously in 1998 (Battimelli & Paoloni, 1998) and later in 2012 (Braccini *et al.*, 2012). Amaldi scrupulously reconstructed the events and built the myth of the

¹ Retired in 2013.

² I will use the term “department” to refer to structures with disciplinary homogeneity within larger institutions such as Universities or research organizations. A precise definition of “department” will be introduced, on an experimental basis, in the 1980 University Law.

³ Polvani published a book on Antonio Pacinotti, a book on the nature of light, a memoir on the Italian contribution to the progress of Physics, an essay on A. Volta. After the war he published, together with Luigi Gabba, a collection of writings by O.F. Mossotti. On Polvani’s institutional responsibilities and on his figure as a physicist and historian of Physics see (Gariboldi, 2022a, pp. 57-62).

boys of Via Panisperna and their contribution to the discovery of neutron and nuclear fission (Amaldi, 1984). Without going into too many details, I would like to emphasize the importance of a work by Amaldi on *Physics Today* (Amaldi, 1973). In it he not only highlighted his deep knowledge of different areas of Physics, but he historically reconstructed the path of Physics starting from two Planck's lectures given in 1908 and 1929. Amaldi framed his physical and historical arguments in a philosophically engaged context.

Guido Tagliaferri (1920-2000), who had been a close collaborator of Polvani, and a good friend of Amaldi, combined research in Physics and History of Physics. In 1979 he transferred his chair of Structure of Matter to History of Physics, the first in Italy (Gariboldi, 2022b, pp. 163-164). Once Salvini told me, mentioning Beppo Occhialini's remark, that "when Guido Tagliaferri is there, Milano becomes a little Athens." (Salvini & Tucci, 2000, p. 68). In 1985 Tagliaferri – *cutiron* or *cutirons* or simply *cuti*, his nickname (Salvini & Tucci, 2000, p. 66; Salvetti, 2002, p. 178) – published the book *History of Quantum Physics*, where he analyzed in detail the main papers on Quantum Physics, from Planck to wave mechanics (Tagliaferri, 1985; Robotti, 2002). The book was the result of his lectures to physics students. But his first experience as a professor of the History of Physics was disappointing.

At the end of the course the students expressed their disappointment to me: they wanted a descriptive course, not what turned out to be another physics course. [...]. I realized that the method of reading the original papers required the students to do more personal work than they could devote to physics. So, in the following years, I began to write lecture notes that illustrated (prioritizing comprehensibility) the historical development of quantum mechanics as reconstructed from an analysis of the most significant works of its founders [...]. In the following years I stabilized the content of the course, giving it the form that appears in my book *History of Quantum Physics*. (Tagliaferri, 1994, pp. 374-375).

Tagliaferri has given many other contributions to the History of Physics and Astronomy. Among them I cite (Mandrino *et al.*, 1994; Tagliaferri & Tucci 1999). He has also been a promoter of initiatives to safeguard, inventory and catalog scientific instrumentation no longer used in research, archives of scientists, archives of scientific institutions and scientific libraries. The Brera Astronomical Museum was the first new museum in Lombardy to obtain regional recognition (Miotto *et al.*, 1989; Tucci, 2007). Tagliaferri considered his experience as a professor of History very stimulating, but he found the appreciation of his fellow physics professors modest, and in any case of little practical relevance. It was the sign of a change in the attitude of physicists that would be evident a few years later. I will come back to this issue later. To conclude on physicists as historians I would like to underline that Polvani, Amaldi and Tagliaferri were not only talented physicists but had a deep historical and philosophical background, and they were probably just the tip of the iceberg of a widespread phenomenon among physicists of their time.

3. Cultural context of the 1970s

The practice of research in History of Physics and in History of Astronomy (SF&SA) in scientific research institutes is a rather recent phenomenon and located, temporally, in the second half of the 20th century. In that period physicists and astronomers, stimulated by students, often involved in protest movements active on the civil and political scene, felt the need to broaden the horizon of their research.

A radical change took place in the 1970s when History courses began to be assigned to young scholars who have been trained to carry out research in SF&SA (Storia della Fisica and Storia dell'Astronomia) since the years of their university education. Moreover, the courses of SF&SA were completely independent, from institutional point of view, from those of the History of Science. The

same happened, although to a lesser extent, in other scientific disciplines such as Chemistry, Biology, and Geology. Different considerations (which I will not address) deserve the History of Mathematics and History of Medicine. In this way, after more than half a century, what Aldo Mieli had hoped for was accomplished, namely “that the teaching of the History of Mathematics, Medicine, Physics, Chemistry and some of the natural sciences be counted among the complementary courses recommended for candidates for a degree in Science or Medicine, and that it was present in the major centers as an official course” (Mieli, 1916). Finally, it should not be overlooked that closely working with men and women of science has meant that historians of scientific disciplines have shared the style of work and research widespread in institutions dedicated to scientific research.

Historical studies flourished in Italy not only in the scientific research institutions but were also practiced in institutions that did not carry out research in history as their main task. GNSF first and SISFA later have supported this trend. At their annual conferences there were no constraints on participation of independent scholars. The Proceedings published continuously since 1983 provide tangible proof of this.⁴

The uniqueness of the Italian situation resulted not only in an increase of History courses in Physics and Astronomy degree programs;⁵ but it also in the introduction of original methodologies suitable for the analysis of 19th- or 20th-century topics and scientists' memoirs and books. This phenomenon, not new on the international scene (just think of John Louis Emil Dreyer's or Stillman Drake's studies), was quite new in the Italian panorama of the History of Science where a literary and humanistic background was prevalent among historians of science and where the individual sciences were subject to an all-encompassing definition of “science”.

But the attention that historians of science usually devoted to historiographical problems and to secondary literature was almost entirely lost as historians of physics privileged the historical reconstruction of memoirs and books of 19th- and 20th-century scientists: a job that was by no means easy, however, and which was also useful to historians of science.

For historians of physics and astronomy this meant a partial departure from the tradition of historical studies on science conventionally inaugurated by Sarton in 1903 with the creation, in Belgium, of the journal *ISIS*.⁶

In the first issue of *ISIS*, Sarton remarked how what he called the “analytical tendency” had been instrumental in the development of science: scientists had become more and more specialists in increasingly narrow areas. But science risked missing its goal if we reduced it only to the discovery of isolated facts and lost sight of the organization and explanation of the facts in an organic vision. The consequences of such a trend would not only make scientists lose sight of the primary goal of science but would threaten social life itself: “Loin de pouvoir songer à unir les hommes par des points de vue communs, les savants finiraient par ne plus se comprendre eux mêmes” (Sarton, 1913, pp. 3-4). History of Science provided, according to Sarton, the best instrument of synthesis. He emphasized that History of Science had to be established as an independent discipline with its own methods and with its own working tools: manuals, bibliographies, etc. In the Introduction to his monumental work on the *History of Science*, he stressed that the development of science is an essential phase of human civilization (Sarton, 1927). If Sarton gave rise to a new era in the History of Science, this did not mean

⁴ The first Proceedings were published in 1983 and refer to the III National Congress held in Palermo in 1982. In 1981 a meeting had been held in Pavia that preceded what was actually the first National Congress, held in Pavia in October 1981, later called the II National Congress. Already months before the aforementioned meeting Lanfranco Belloni, Fabio Bevilacqua, Enrica Giordano, Guido Tagliaferri and Pasquale Tucci had periodically met in Milan to discuss topics in the History of Physics.

⁵ It is good to keep in mind, however, that the courses in History, Epistemology, and Philosophy of Science were a very small subset of the courses offered to students who enrolled in Physics.

⁶ George Sarton (1884-1956). Born and educated in Belgium, he moved to the United States in 1915, where he obtained his citizenship in 1924. In 1925 he founded the History of Science Society, whose journal, *ISIS*, is still published continuously.

that previously the History of Science did not exist. Indeed, the History of Science and the History of single scientific disciplines had a long tradition in Europe.

Since the end of the 1700s, several works on the History of individual sciences had been published.⁷ Despite this long tradition in the History of Science and in the History of Physics, it was not until after World War II that the teaching of the History of Physics entered the Physics degree programs. In addition to research, SF&SA teachings multiplied between the 1960s and the late 1980s, driven by:

- a. a favorable context for political, historical, philosophical and sociological reflections within student movements;
- b. actions aimed at the dissemination of scientific culture;
- c. an extensive publication of books on the History and Philosophy of Science.

3.1. A favorable context

Until the 1990s, an invisible iron curtain and real borders divided the world into two blocks. Any kind of scientific communication between the two parts was very difficult and activities aimed at crossing the borders were suspect. The establishment of CERN, strongly inspired by Edoardo Amaldi among others, had already successfully attempted to break down barriers among scientists by promoting basic research, without military outcomes. (Battimelli & Paoloni, 1998).

Farsighted was the vision of Gilberto Bernardini who, between 1965 and 1968, promoted the establishment of the European Physical Society (EPS), whose strategy was envisaged by CERN-based physicists as a response to US hegemony in physics. The EPS was one of the very few specifically European international scientific organizations to transcend the Cold War political divide (Lalli, 2021). On the history of the establishment of the EPS see also Bevilacqua *et al.*, 1993.

Several actions without military implications were taken by scientific societies to overcome misunderstandings and suspicions among scientists. The Italian Physical Society (SIF) organized an “Enrico Fermi School” on the Foundations of Quantum Mechanics and a School on the History of 20th-century Physics open to people from all over the world (D’Espagnat, 1971). Recently, based on the minutes of the Scientific Council, some historians analyzed SIF’s contribution to the training of physicists in the Foundations of Quantum Mechanics and the History of Science of the 20th-century (Baracca *et al.*, 2017; Del Santo 2022). In 1972, when the Vietnam Liberation War was underway, SIF organized an “Enrico Fermi School,” devoted to the History of 20th-century Physics rather than to frontier research on contemporary physics (Weiner 1977). Physicists, historians, philosophers, politicians participated in the School (Weiner, 1977, p. xi). A “School of Advanced Studies in the History of Physics” directed by Giorgio Tabarroni was organized in Erice, but I’m unable to give more details. The Domus Galilæana organized an “International School of the History of Science” in Erice in 1977 on the nature of scientific discovery, under the direction of Vincenzo Cappelletti (1930-2020) and Mirko Grmek (1924-2000). The aim was to make a contribution to topics straddling the Philosophy of Science and the History of Science (Grmek *et al.*, 1981).

⁷ Limiting myself to the History of Physics and the History of Astronomy and considering the publications in the History of Mathematics in which Physics and Astronomy were included, I mention: Priestley (1775), Montucla (1799-1802), Laplace (1821), Delambre (1817) e Delambre (1821), Höfer (1872), Poggendorff (1879), Mach (1883), Tannery (1893), Cajori (1899), Dreyer (1906), Duhem (1913); Dijksterhuis (1950). Between 1868 and 1887 the *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche* (*Bulletin of Bibliography and History of Mathematical and Physical Sciences*) was edited by Baldassarre Boncompagni. The *Bullettino* was the first journal in Europe devoted exclusively to the History of Mathematics and Physics. (Fiocca, 2017).

From the cultural and institutional point of view, far-sighted choices were those of the Domus Galilæana, which, under the direction of Ludovico Geymonat (1908-1991) and Cappelletti, dedicated resources for the training of historians of science and historians of physics.

3.2. Dissemination of scientific culture

In 1963, ahead of the 400th anniversary of Galilei's birth (1564-1642), Bertold Brecht's "Vita di Galileo" (Galileo's life) was performed at the Piccolo Teatro in Milano. The version was the one that was staged in Berlin in 1957. While in the original 1938 version Galilei was represented as a hero of compromise who bowed to power, but only so that he could continue his research, in the new 1957 version, when the devastating effects of the bomb dropped on Hiroshima, just when Brecht was in California, had spread throughout the world, Galileo's abjuration was seen as a betrayal of the ideals of the new science. Galileo, therefore, had been heroic in opposing the Holy Roman Church, but a traitor when he had abjured. The consequences of Galilean behavior, according to Brecht, had been devastating: the link with the atomic bomb was obvious. But even a philosopher of science, such as Geymonat, who argued that the theory of knowledge in philosophy was nothing more than the theory of scientific knowledge, emphasized "the growing relevance of the problem raised by Brecht in the drama in question, namely the problem of the responsibility of scientific research in the ethical-philosophical-political field" (Geymonat, 1963). Galileo with his abjuration would provide the first and most serious example of disengagement of science. The performance was accompanied by a series of initiatives aimed at disseminating the cultural values of science to the general public: a Galilean exhibition was staged in the theatre and a series of lectures was organized. It was the first times in Italy, liberated from the fascist regime, that initiatives were planned to spread the values of scientific culture. The problem of scientists' responsibility, closely linked to the spread of anti-scientific conceptions, would become topical in the following decades.

In 1968 the Club of Rome was founded by Aurelio Peccei and Alexander King and, in 1972, *The Limits of Growth* was published in Italian (Meadows *et al.*, 1972). The book challenged the thesis, held by various traditional schools of economic thought, that only a program of modernization and industrialization would allow the progress of all mankind. The book and the themes proposed by the Club of Rome were not very successful, even among movements calling for freedom and equality. Its issues were branded as bad and erroneous science. Since the 1990s, the Club of Rome's arguments have become increasingly relevant and a text published 50 years later, highlights how the predictions of 1972 are coming true (Bardi & Pereira, 2022).

3.3. Publishers' commitment

The two Feltrinelli series on the History of Science directed by Paolo Rossi and on the Philosophy of Science directed by Geymonat made it possible to bring themes into the Italian debate that were topical elsewhere. Other publishing houses were also active. Below, in a footnote, I will list some books that will be seminal in the following decades. It goes without saying that the list is by no means exhaustive and highlights only my preferences.⁸

⁸ *The Structure of Scientific Revolutions* (Kuhn, 1962), *Silent Spring* (Carson, 1962) and *The Two Cultures* (Snow, 1959) were soon translated into Italian, and Geymonat wrote the Preface to the Italian translation of Snow's book. Simone de Beauvoir's *Le deuxième sexe*, published in France in 1949 and placed on the Index of Forbidden Books in 1956, was translated into Italian in 1961. The Kinsey Reports: *The Sexual Behavior of Man*, and *The Sexual Behavior of Women* were published in 1955. The late 1960s and early 1970s saw the publication of *Il satellite della Luna* (Cini, 1969), the translation of Popper's most famous book *La logica della scoperta scientifica* (Popper, 1971), the *Storia del pensiero filosofico e scientifico* (Geymonat, 1970-1996), *Attualità del materialismo dialettico* (Bellone *et al.*, 1974), *L'ape e l'architetto* (Ciccotti *et al.*, 1976) and *Criticism and the Growth of Knowledge* (Lakatos & Musgrave, 1976).

Some of the books cited did not immediately become seminal. For example, Kuhn's book is not mentioned in either *Attualità del materialismo dialettico* or *L'Ape e l'architetto* which, in the second half of the 1970s, animated the Italian debate on the nature of scientific knowledge. Carson's text, and in general anything having to do with the destruction of the natural environment, was rather neglected in the debate within the protest movements of the 1970s and 1980s. The same happened with the gender issues raised by de Beauvoir's book. But the time will tell.

4. Institutional framework

The increase in History of Physics courses in the 1970s and 1980s was not accompanied by recruitment rules, but only by partial adjustments. Paolo Rossi's detailed analysis illustrates the various changes in Physics undergraduate and graduate programs. From it I will enucleate the part that specifically concerns the History of Physics and Astronomy (Rossi, 2015; Rossi, 2021).

Under the 1960 law, all Physics courses were grouped in three areas: "Physics Education/Teaching", "General Physics" and "Applications of Physics". History of Physics was a fundamental course in the "Physics Education/Teaching" area.⁹ In 1990 the areas were increased from three to nine: one of them was "Physics Education/Teaching and History of Physics". Physics courses were compacted into four groups; History of Physics was placed in the group B01 ("General and Applied Physics"). In 1994, B01 was divided into three areas: one of them was B01C called "Physics Education/Teaching and History of Physics" which became FIS/08 in 1999. In B01C History of Astronomy appears for the first time (Rossi 2021). The inclusion of the History of Physics among the Physics courses was, in any case, an expression of interest on the part of the physics community, but while physicists had included the History of Physics among the Physics disciplines, and this was seen by many historians as an acknowledgement of effectiveness of their research, physicists were numerically prevalent in the committees appointed for the competitions. In these competitions, scholars in Didactics of Physics and History of Physics were often subjected to evaluation by committee members who had little to do with research in Didactics of Physics or History of Physics. (Bergia, 1985, pp. 426-427).

A further difficulty for historians in the Physics Departments arose when the Ministry established evaluation criteria that included all areas of Physics, including "Physics Education/Teaching and History of Physics", among bibliometric areas. Exceptions have been introduced over the years, but they have had the effect, in my opinion, of convincing physicists that historical research is a second-class research. There are some indications that many physicists find it difficult to adhere to a purely quantitative criterion, but if the evaluation criteria follow the rules that the Ministry has confirmed, the ways out to solve these problems are difficult to be found. I will address issues related to quantitative evaluation in the next section.

5. The 1990s

Since the end of the 1980s, the Italian university system has entered a state of constant change, from which it has been profoundly transformed. The selection of academic personnel and the regulation of careers, the autonomy of the universities, the internal organization and the relationship with other public and private subjects underwent profound transformations (Colarusso & Giancola, 2020). I will not go into details, but I will try to highlight the impact they had on SF&SA.

⁹ Decree "July 26, 1960 No. 1692" states that "The course in the History of Physics should naturally cover the evolution of physical thought and theories and not simply the succession of facts and discoveries. The course may be introduced gradually in the training of suitably qualified teachers."

New rules were introduced when the role of physics researchers in world politics underwent significant changes. I will focus my attention on four points:

1. The role of physicists in the international arena
2. The evaluation of Physics research
3. The emergence of new scientific disciplines
4. Historians of Physics and Astronomy in a changing world

5.1 Physics and physicists in the international arena

Since the 1990s physicists' interest in the history of their discipline and particularly in research not strictly related to the fields of physics, has begun to decrease. There are many reasons for this.

“For physicists, the development of the nuclear bomb generally brings up conflicting feelings.” This is how the Editorial of *Nature Physics* in 2015 commented on the 70th anniversary of the first atomic bomb test in July 1945 (“Physics, Physicists and”, 2015). An article in *Physics Today* clearly describes the physicists' dilemma regarding nuclear weapons: “The physics community has a special relationship to nuclear weapons policy. Physicists invented and refined nuclear weapons and historically have made major contributions to efforts to limit the dangers they pose” (Fetter *et al.*, 2018, p. 39).

In a bipolar world dominated by two great powers that possessed thousands of nuclear devices, physicists from both sides were involved to make their contribution to armaments. Moreover, because of their expertise, they were the guarantors and controllers that the balance based on the terror of nuclear disaster would not be altered. At the same time, physicists animated several national and international organizations that sought to stem the proliferation of nuclear weapons: Pugwash, Physicists Coalition for Nuclear Threat Reduction supported by the American Physical Society; Italian Union of Scientists for Disarmament (USPID). (Clavarino, 2021; Greco, 2017).

Another issue that has had an impact on the role of physicists in the international arena is one that the Club of Rome had already stated half a century ago. Since the 1970s, there had been a growing awareness of the finite nature of natural resources, and the ineffectiveness of science in replacing them with others derived from scientific and technological research. Physicists were wrongly held responsible for this impotence. One consequence, presumably unforeseen by the same physicists who had opposed the wartime and civilian developments of nuclear energy, was the spread of anti-scientific positions that questioned the way science and technology dealt with unsolved problems. Those who did not give credence to science denied that the values underlying scientific knowledge could be an important component of modern societies.

5.2 Quantitative evaluation of research

Since the last decades of the last century, publications in the field of Physics have grown at a very high rate. To safeguard the intrinsic values of science, scientists, including physicists, have imposed external quantitative criteria. The effect, probably unintended, has been foreign to scientific tradition: personal judgments have been replaced by formal evaluations, analysis of texts had been replaced by numerical counts, quality by quantity (Renn, 2017). Specialized and sectoral scientific outputs have contributed to the fragmentation of Science and Physics and the exclusion of research that crosses disciplinary boundaries. No physicist, from a certain point on, has been able to assess the quality of publications in all areas in which Physics has differentiated (Renn, 2017, p. 574).

Standardization for Physics articles did not fit with the evaluation of History of Physics articles. Let alone essays that are not even considered. To date, no solution has been found to the physicists' request for a less subjective method in the evaluation of scientific articles and, at the same time, to

the historians' request for evaluation criteria suitable for historical research. Since the weight of historians in the Physics departments is so small and the History of Physics courses so few, the two demands are difficult to reconcile.

5.3 The emergence of new scientific disciplines

In the last decades of the 1900s, needs emerged that only a science without epistemological barriers and national borders could address climate change, nuclear proliferation, clean energy, sustainable economic and demographic development, adequate global food distribution and gender barriers.

The issues were not new, just think of *Silent Spring* by Rachel Carson, or the birth of the Club of Rome, or de Beauvoir's book. Since the last two decades of the last century, these themes have reached an unimaginable level of diffusion and urgency. Even in the protest movements of the 1960s and 1970s these issues were underestimated except for the peaceful use of nuclear energy. In relation to the new requirements some auxiliary sciences have evolved into autonomous sciences: meteorology, seismology, biophysics, earth sciences, space sciences, computer science. In connection with these changes the History of Science itself had to reorient its fields of investigation. The History of Physics was no longer a central topic in the History of Science and Physics no longer defined the agenda of historians, as in the case of Kuhn, Klein and Dijksterhuis (Crease *et al.*, 2020). Methods and results developed by the physical sciences are used by most of the new sciences which have been considered as a threat to the cultural influence of Physics in the scientific world.

5.4 Historians of Physics and Astronomy facing new challenges

The Society of Historians of Physics and Astronomy (SISFA) was established on March 23, 1999. The first President was Pasquale Tucci, who was the first to obtain a chair in the History of Physics requested by a Physics department through a call for applications. The Society has taken up the legacy of GNSF. The CNR had decided to cancel the National Coordination Groups, similarly to other coordinating groups. GNSF became a Commission; for the first time there were also Historians of Astronomy. As Tagliaferri had hoped for since the establishment of GNSF, with regard to competitions for new university positions, the Society did not enter the competition dynamic in any way, thus ensuring continuity with GNSF policy. The Society now included Historians of Astronomy, an obvious choice from the point of view of method and affinity of research content. A strong element of continuity, which survived to all vicissitudes of SISFA, was the annual Conference organized by both GNSF and SISFA, their Proceedings preserve a very rich documentation. It has been a shared element over the years to generally avoid filters to participation and submission of contributions to both the Conferences and the Proceedings.

A good source of funding was achieved when the CNR, in 1995, approved the "Cultural Heritage" project. Giorgio Dragoni (Dragoni, 1993) had collected an impressive documentation of historical scientific instruments scattered among various Italian research institutions, most of them in extreme danger of dispersal and destruction. The subproject No.5 concerned "Museology and Museography" and one of the themes was "Cataloguing, Conservation and Restoration of Cultural Heritage". Another source of funding came from the Law for the Dissemination of Scientific Culture of the Ministry of University and Research. Faced with these massive changes, the reaction of historians was to analyze the changes with the methodology and tools of the historical science, avoiding following the physicists in the hypertrophic accumulation of documents. Over the years:

- many historians have taken up research topics concerning the History of Physics in the 19th and 20th centuries; on such historical issues it is easier to communicate with physicists;

- many initiatives to disseminate scientific culture have been carried out in connection with the growing public skepticism towards Physics, arbitrarily linked to environmental disasters;
- various research topics and initiatives on the link between the Physics Education/Teaching and the History of Physics have been pursued, with undoubted results in some departments;
- various projects on the enhancement of the historical-scientific heritage have been developed, giving rise to new museums, or to activities to popularize scientific culture.

Over time, historians' awareness of the nature of scientific knowledge changed: the paradigm of progress that had accompanied science from its origins had impressed many historians of science. But over the years the idea that the History of Science should be considered as cultural history or social anthropology grew stronger: science could no longer offer a model of rationality applicable to all areas of human life. On the other hand, it should not be overlooked that it is *a special form of knowledge* that is affected by historical context. (Renn, 2020, pp. 13-15)

Although physicists continued to have many doubts, sometimes even legitimate ones, about quality of historical research, they were much more sensitive to initiatives to disseminate scientific culture and the connection between history and education. This was probably because they saw them as a way to increase the appeal of Physics among students in various pre-university schools.

6. Conclusions

For many scholars in the History of Physics the past 50 years have been exciting, although there has been no shortage of objective difficulties and real mistakes on the part of the various subjects who have had roles of responsibility. Since the founding of GNSF, what mattered then and, in my opinion, will matter more and more in the future, are the articles published in international History of Science journals, conference proceedings, books and other publications. Research and publications must take priority over all other activities. Certainly, the administrative and legislative framework needs to change: our objective is to implement all possible strategies so that historical research and historical teaching in Physics degree programs will be considered on a par with other research and teaching in Physics, purifying them of trappings and quantitative artifices. Every undergraduate course in Science subjects should include courses in History of the discipline, Epistemology and Sociology, as advocated by Aldo Mieli almost a century ago. A historical, epistemological, sociological background can help future citizens relate to the most advanced and widespread aspects of modernity: without illusions of uninterrupted progress, but also without unjustified suspicions about the ability of Science to make the world in which we live and work more livable: Science, and not only its technological applications, is a fundamental stage in human civilization.

Bibliography

- Amaldi, E. (1973). "The Unity of Physics", *Physics Today*, 26(9), pp.23-29.
- Amaldi, E. (1977). "Personal Notes on Neutron Work in Rome in the 30s", in Weiner (1977), pp. 294-325.
- Amaldi, E. (1984). "From the Discovery of the Neutron to the Discovery of Nuclear Fission", *Physics Reports* 111 (1-4), pp. 1-331.
- Baracca, A., Bergia, S. & Del Santo, F. (2017). "The Origins of Research on the Foundations of Quantum Mechanics (and Other Critical Activities) in Italy During the 1970s". *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 57, pp. 66-79.

- Bardi, U. & Pereira, C.A. (eds) (2022). *Limits and Beyond. 50 Years on the Limits to Growth, What Did We Learn and What's Next?* Exapt Press.
- Battimelli, G. & Paoloni, G. (1998). "Prominent Personalities in 20th Century Physics" in Battimelli, G. & Paoloni, G. (eds). *20th Century Physics: Essays and Recollections, a Selection of Historical Writings by Edoardo Amaldi*. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong: World Scientific, pp.475-476.
- Battimelli, G., De Maria, M. & La Rana, A. (eds) (2022). *Da via Panisperna all'America*. Roma: Editori Riuniti.
- Bellone, E., Geymonat, L., Giorello, G. & Tagliagambe, S. (1974). *Attualità del materialismo dialettico*. Roma: Editori Riuniti.
- Bergia, S. (1985). "Ricerche di storia della fisica in Italia", in D'Agostino, S. & Petruccioli, S. (eds). *Atti del V Congresso Nazionale di Storia della Fisica*. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, pp. 425-440.
- Bevilacqua, F. (ed) (1994). *Atti del XII Congresso nazionale di Storia della Fisica*. Milano: Gruppo Nazionale di coordinamento per la Storia della Fisica.
- Bevilacqua, F. & Esposito, S. (2021). "SISFA: 40 Years of History of Physics in Italy", *Il Nuovo Saggiatore. Bollettino della Società Italiana di Fisica*, NS 37(1-2), pp. 39-50.
- Bevilacqua, F., Giannetto, E. & Tagliaferri, G. (1993). "Europe in 1965-1968", *Europhysics News* 24, pp. 115-117.
- Borrelli, A. & Schettino, E. (2005). "La prima cattedra di storia della fisica in Italia: un'occasione mancata", *Scienza & Politica*, 33, pp. 75-94.
- Braccini, S., Ereditato, A. & Scampoli, P. (eds) (2012). *Edoardo Amaldi: The Adventurous Life of Friedrich Georg Houtermans, Physicist (1903 - 1966)*. Berlin: Springer.
- Cajori, F. (1899). *A History of Physics in Its Elementary Branches: Including the Evolution of Physical Laboratories*. New York: The Macmillan company.
- Carson, R. (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin Company. (It. transl. 1963, *Primavera silenziosa*. Milano: Feltrinelli).
- Cappelletti, V. (1990). "History of science and philosophy: the Italian experience", *Impact of science in society* 159, pp. 237-244.
- Ciccotti, G., Cini, M., de Maria, M. & Jona Lasinio, G. (1976). *L'ape e l'architetto*. Milano: Feltrinelli.
- Cini, M. (1969). "Il satellite della Luna", *il manifesto* [mensile] 1(4), pp. 55-62. Available at <https://www.bibliotecaginobianco.it/flip/MAN/01/0400/index.html#54> (Access 10 September 2023); re-published in Ciccotti *et al.* (1976), pp. 196-211.
- Clavarino, L. (2021). "Italian Physicists and the Bomb: Edoardo Amaldi's Network for Arms Control and Peace During the Cold War", *Journal of Contemporary History*, 56(3), pp. 665-692.
- Colarusso, S. & Giancola, O. (2020). *Università e nuove forme di valutazione. Strategie individuali, produzione scientifica, effetti istituzionali*. Roma: Sapienza Università Editrice.
- Crease, R.P., Martin, J.D. & Staley, R. (eds) (2020). Editorial "Recentering the History of Physics", *Physics in Perspective*, 22(1), pp. 1-2.
- D'Espagnat, B. (ed) (1971). *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi". Foundations of Quantum Mechanics 1970*. Bologna and London: SIF and Academic Press.
- de Beauvoir, S. (1949). *Le deuxième sexe*. Paris: Gallimard. (It. transl, 1961, *Il secondo sesso*. Milano: il Saggiatore).
- Del Santo, F. (2022). "The Foundations of Quantum Mechanics in Post-war Italy's Cultural Context", in Freire, O. jr *et al.* (eds) (2022). *The Oxford Handbook of the History of Quantum Interpretations*. Oxford: Oxford University Press, pp. 641-666.
- Delambre, J.B. (1817). *Histoire de l'astronomie ancienne*, 2 vols. Paris, Huzard-Courcier.

- Delambre, J.B. (1821). *Histoire de l'astronomie moderne*, 2 vols. Paris, Huzard-Courcier.
- Dijksterhuis, E.J. (1950). *De mechanisering van het wereldbeeld*. Amsterdam: Meulenhoff, (Engl. transl. *The Mechanization of the World Picture*. Oxford: Oxford University Press, 1961).
- Drago, A. (1994). "Riflessioni sui corsi di Storia della fisica", in Bevilacqua (1994), Appendice: Venti anni di didattica universitaria di Storia della Fisica, pp. 295-296.
- Dragoni, G. (1993). "La strumentazione storico scientifica: sintetica rassegna nazionale delle attività del GNSF", in Bitelli Masetti, L. (ed) (1993). *Restauro di strumenti e materiali: scienza, musica, etnografia*. Bologna: Istituto per i beni artistici, culturali e naturali della Regione Emilia-Romagna, pp. 13-49.
- Dreyer, J.L.E. (1906). *History of the Planetary Systems from Thales to Kepler*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Duhem, P. (1913). *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. Paris: Hermann.
- Favaro, A. (1889). "Il Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche pubblicato da D.B. Boncompagni (1868-1887)". *Bibliotheca Mathematica*, Neue Folge, 4, pp. 109-112.
- Fetter, S., Garwin, R.L. & Hippel, F. (2018). "Nuclear Weapons Dangers and Policy Options", *Physics Today*, 71(4), pp. 32-39.
- Fiocca, A. (2017). "The Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche (1868-1887) an Example of the Internationalisation of Research", *Historia Mathematica*, 44, pp.1-30.
- Gariboldi, L. (2022a). "Giovanni Polvani and the Institute of Physics Before the Second World War", in Gariboldi *et al.* (2022), pp. 55-85.
- Gariboldi, L. (2022b). "The Institute of Physics in the Post-war Period. Part 1: The Reconstruction", in Gariboldi *et al.* (2022), pp. 162-164.
- Gariboldi, L., Bonolis L. & Testa A. (2022). *The Milan Institute of Physics. A Research Institute from Fascism to the Reconstruction*. London, Berlin: Springer Nature, pp. 162-164.
- Geymonat, L. (1963). "Il Galileo della storia e il Galileo di Brecht", *L'Unità*, 2 aprile 1963.
- Geymonat, L. (ed) (1971-1996). *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, 11 vols. Milano: Garzanti.
- Greco, P. (2017). *Fisica per la pace: tra scienza e impegno civile*. Roma: Carocci.
- Grmek, M.D., Cohen, R.S. & Cimino, G. (1981). *On Scientific Discovery: The Erice Lectures 1977*. Boston Studies in the Philosophy of Science 34. Dordrecht: Reidel.
- Höfer, F. (1872). *Histoire de la physique et de la chimie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours*. Paris: Hachette.
- Ienna, G. (2022). "Le origini politico-istituzionali del Gruppo Nazionale di Storia della Fisica" in Zanini, V., Naddeo, A. & Bònoli, F. (eds) (2022). *Atti del XLI Convegno annuale della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia*. Arezzo, 6-9 Settembre 2021. Pisa: Pisa University Press, pp. 15-22
- Kaiser, D. (2012). "In Retrospect: The Structure of Scientific Revolutions", *Nature*, 484, pp. 164-165.
- Kinsey, A.C., Pomeroy, W.B. & Martin, C.E. (1948). *Sexual Behavior in the Human Male*. Philadelphia and London: Saunders Company (It. transl. Kinsey, A.C. *et al.* *Il comportamento sessuale dell'uomo*. Milano: Bompiani, 1955).
- Kinsey, A.C. *et al.* (1953). *Sexual Behavior in the Human Female*. Philadelphia and London: Saunders Company (It. transl. *Il comportamento sessuale della donna*. Milano: Bompiani, 1955).
- Kuhn, T.S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press. (It. transl. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Torino: Einaudi, 1969).
- Lakatos, I. & Musgrave A. (eds) (1970). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. (It. transl. *Critica e crescita della conoscenza*. Milano: Feltrinelli, 1976).

- Lalli, R. (2021). "Crafting Europe from CERN to Dubna: Physics as Diplomacy in the Foundation of the European Physical Society", *Centaurus*, 63, pp. 103-131.
- Laplace, P.-S. (1821). *Précis de l'histoire de l'astronomie*. Paris: M^{me} V^e Courcier.
- Mach, E. (1883). *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*. Leipzig: F.A. Brockhaus.
- Mandrino, A., Tagliaferri, G. & Tucci, P. (ed) (1994). *Un viaggio in Europa nel 1786. Diario di Barnaba Oriani astronomo Milanese*. Firenze: Leo Olschki Editore, 1994.
- Meadows, D.H. et al. (1972). *The Limits of Growth* Washington: Potomac Associates Book. (It. transl. *I limiti dello sviluppo*. Milano: Edizioni scientifiche e tecniche Mondadori, 1972).
- Mieli, A. (1916). *La storia della scienza in Italia. Saggio di bibliografia di storia della scienza*. Firenze: Libreria della voce.
- Miotto, E., Tagliaferri, G. & Tucci, P. (1989). *La strumentazione nella storia dell'Osservatorio astronomico di Brera*. Milano: Unicopli Editore.
- Montucla, J.É. (1799-1802). *Histoire des Mathématiques*, 4 vols. Paris: Henri Agasse.
- Pancaldi, G. (1980). "The History and Social Studies of Science in Italy". *Social Studies of Science* 10(3), pp. 351-374.
- Pancaldi, G. (2020). "Italy" in Slotten et al. (2020), pp. 345-360.
- "Physics, Physicists and the Bomb", Editorial of *Nature Physics*, 3 March 2015.
- Poggendorff, J.C. (1879). *Geschichte der Physik*. Leipzig: Joh. Ambr. Barth.
- Pogliano, C. (1983). "Aldo Mieli, Storico della Scienza (1879-1950)", *Belfagor*, 38(5), pp. 537-557.
- Polvani, G. (1942). *Alessandro Volta*. Pisa: Domus Galilæana.
- Popper, K.R. (1935). *Logik der Forschung*. Wien: Julius Springer. (It. transl. *Logica della scoperta scientifica. Il carattere autocorrettivo della scienza*. Torino: Einaudi, 1971).
- Priestley, J. (1775). *The History and Present State of Electricity, with Original Experiments*, 2 vols. London: C. Bathurst & T. Lowndes.
- Renn, J. (2017). *The Globalization of Knowledge in History*. Berlin: Edition Open Access.
- Renn, J. (2020). *The Evolution of Knowledge*. Princeton: Princeton University Press.
- Robotti, N. (2002). "Guido Tagliaferri docente di storia della fisica", *Giornale di Fisica*, 43(3), pp. 171-175.
- Rossi, P. (2015). "I fisici nel sistema universitario italiano 1980-2015", *Il Nuovo Saggiatore. Bollettino della Società Italiana di Fisica*, NS, 31(3-4), pp. 80-87.
- Rossi, P. (2021). "I Fisici nel sistema universitario italiano (1860-2010)" <https://osiris.df.unipi.it/~rossi/Fisici%20universita%201860-2010.pdf> (Access 11 September 2022).
- Rubbia, C. (1991). "Edoardo Amaldi. 5 September 1908 - 5 December 1989". *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*, 37, pp. 1-31.
- Salvetti, C. (2002). "Lettera a Tagliaferri", *Giornale di fisica*, XLIII (3), pp. 177-180.
- Salvini, G. & Tucci, P. (2000). "Guido Tagliaferri, fisico, storico, umanista". *Il Nuovo Saggiatore. Bollettino della Società Italiana di Fisica*, NS, 16 (5-6), pp. 65-70.
- Sarton, G. (1913). "L'Histoire de la Science", *ISIS*, 1, pp. 3-46.
- Sarton, G. (1927). *Introduction to the History of Science*. 3 vols. Baltimore: Williams & Wilkins Co.
- Slotten, H.R., Numbers R.L. & Livingstone D.N. (eds.) (2020). *The Cambridge History of Science. Modern Science in National, Transnational, and Global Context*. Vol 8. Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Snow, C.P. (1959). *The Two Cultures*. London: Cambridge University Press, (It. transl. *Le due culture*. Prefazione di L. Geymonat, Milano: Feltrinelli, 1964).
- Tagliaferri, G. (1985). *Storia della fisica quantistica: Dalle origini alla meccanica ondulatoria* Milano: Franco Angeli.

- Tagliaferri, G. (1994). "L'insegnamento della Storia della fisica alla Facoltà di Scienze MF&N dell'Università di Milano" in Bevilacqua (1994), Appendice: Venti anni di didattica universitaria di Storia della Fisica, pp. 373-377.
- Tagliaferri, G. & Tucci, P. (1999). "Carlini and Plana on the Theory of the Moon and Their Dispute with Laplace", *Annals of Science*, 56(3), pp. 221-270.
- Tannery, P. (1893). *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*. Paris: Gauthier-Villars.
- Torrini, M. (1988). "Observations on the History of Science in Italy". *The British Journal for the History of Science*, 21, pp. 427-446.
- Tucci, P. (2007). "Il Museo Astronomico e l'Orto Botanico di Brera in Milano" *Annali di storia delle Università italiane*, 2007, pp. 251-259.
- Weiner, C. (ed) (1977). *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi". History of Twentieth Century Physics 1972*. Bologna and London: SIF and Academic Press, Vol. 57.

Per una Storia del GNSF-SISFA

Cenni sulla nascita e primi sviluppi della Storia della Scienza negli Stati Uniti

Fabio Bevilacqua

Università degli Studi di Pavia, fabio.bevilacqua@unipv.it

1. Introduzione

In un recente contributo Salvatore Esposito ed io abbiamo ricordato la nascita della Storia della Fisica in Italia (Bevilacqua & Esposito, 2021). Seguono qui delle brevi riflessioni sugli sviluppi istituzionali della Storia della Scienza negli Stati Uniti. Vengono date delle indicazioni bibliografiche per favorire eventuali approfondimenti.

Lo sviluppo professionale della Storia della Scienza inizia nel mondo occidentale nei primi anni del Novecento, ma il grande sviluppo avviene nella seconda metà del secolo, dopo la fine della seconda guerra mondiale. Gli approcci storiografici ovviamente sono stati i più diversi, ma certamente si può prendere come un *turning point* storiografico il 1970, anno della pubblicazione della seconda edizione della *Struttura* di Kuhn. Dal 2000 in poi si sono avuti ulteriori notevoli cambiamenti storiografici ma qui vogliamo limitarci a ricordare alcuni pionieri e gli albori dell'istituzionalizzazione della disciplina. Di notevole interesse per il quarantesimo anniversario del GNSF-SISFA è il ruolo svolto da scienziati appassionati di storia, da scienziati diventati storici, da scienziati e storici che hanno visto nella *Science Education* un importante campo di applicazione per la Storia della Scienza.

Se la nascita e lo sviluppo della “Storia della Scienza” e della “Storia della Fisica” come discipline accademiche del mondo occidentale appartengono senza dubbio al 20° secolo le radici sono però molto più antiche e risalgono fino alla storia delle cosmologie presocratiche brillantemente fatta da Aristotele (Aristotele, 2016, libro I). Via via che il “pensiero scientifico” assumeva caratteristiche più specificamente “scientifiche” e produceva nuove conoscenze il confronto con le conoscenze precedenti assumeva sempre maggiore importanza. Anche le opere di Galileo ne sono una rilevante evidenza. Nello stesso tempo l'evoluzione della “scienza” e delle sue specifiche metodologie poneva la necessità di una distinzione tra le discipline, canonizzata già da Severino Boezio con il “trivio” e il “quadrivio”.¹ Si palesa quindi un duplice aspetto nel significato di “Storia della Scienza”: da una parte il riconoscimento che le conoscenze scientifiche di una data epoca si basano e si confrontano con le conoscenze precedenti e dall'altra il riconoscimento che per analizzare questi processi è necessaria una consapevolezza storiografica.

Questa tensione culturale ha motivato, in modi fortemente differenziati, le scelte professionali di molti pionieri della disciplina. Per citare solo alcuni casi tra i più famosi: George Sarton era un convinto sostenitore della funzione civilizzatrice della Storia della Scienza, James Conant dell'importanza della disciplina per l'educazione dei non scienziati in una società democratica, Thomas Kuhn era alla ricerca della “verità”. Appare anche degno di attenzione il fatto che molti di questi pionieri provenivano dal settore scientifico.

Le scelte personali e gli sviluppi accademici sono stati spesso fortemente e direttamente influenzati da eventi sociopolitici di tragica rilevanza: tra questi la prima guerra mondiale, la rivoluzione

¹ Negli Atti del XL Convegno Nazionale SISFA, tenutosi nel 2020, Ivana Gambaro ed io abbiamo voluto ricordare l'*Hortus Deliciarum* composto tra il 1169 ed il 1175 da Herrade de Landsberg (c.1125-1195) (Bevilacqua & Gambaro, 2021).

sovietica, il fascismo e il nazismo, il contributo della delegazione russa al convegno di Londra, il progetto Manhattan, il lancio dello Sputnik, la ribellione studentesca, la caduta del muro di Berlino.

Il contesto filosofico e scientifico va anche brevemente ricordato. A partire dalla seconda metà del Settecento si sviluppano riflessioni filosofiche ed epistemologiche sulla “scienza”, cito qui solamente la *Critica della Ragion Pura* di Kant e la *Fenomenologia dello Spirito* di Hegel. Nello stesso tempo nella monumentale (700 pagine) opera di Joseph Priestley (Priestley, 1767) la storia svolge un ruolo molto importante: nella prima metà vi è un’accurata analisi dei dibattiti settecenteschi tra le varie interpretazioni dei fenomeni elettrici, mentre nella seconda prevalgono i problemi di ricerca.

La “fisica” agli inizi dell’Ottocento si trasforma con l’applicazione della matematica all’elettricità, magnetismo, termologia, la chimica viene rivoluzionata, viene introdotto il termine “scienziato”. La distinzione di Hegel tra “scienze della natura” e “scienze dello spirito” comincia a farsi strada, così come un approccio positivista alle scienze della natura ed un movimento di filosofia della natura “romantico”.

Con la formulazione di Helmholtz del principio di conservazione dell’energia (Helmholtz, 1847; Helmholtz, 1853) si avvia un rapido processo che porta negli anni 1870 all’istituzione delle prime cattedre di Fisica Teorica. Helmholtz aveva infatti affermato che le leggi fisiche non dovevano solamente essere in accordo con le osservazioni sperimentali ma anche con i principi teorici. I principi a loro volta andavano dedotti da assunzioni generali (“condizioni di possibilità”) e modelli specifici, in pratica si arriva a formulazioni alternative dei principi stessi. In breve tempo, soprattutto in Germania e Gran Bretagna, si sviluppano dibattiti di vasta portata sui fondamenti, in particolare si contrappongono modelli alternativi all’interno di concezioni (meccaniciste, energetiste, termodinamiche, elettromagnetiche) viste come prioritarie (Jungnickel & McCormach. 1990b). Grandi scienziati scrivono testi storici di rilievo: ad esempio Poggendorff, Maxwell, Mach, Planck, Meyerson, Duhem, Ostwald.² È di straordinario interesse l’apparire in questo periodo di trattati avanzati che illustrano in dettaglio queste teorizzazioni alternative e indirizzano le ricerche degli studenti dei nascenti dottorati (Bevilacqua, 2001).

Sebbene Helmholtz sia visto come un pioniere anche del neokantismo, gli sviluppi portano alla separazione tra le “scienze della natura” e le “scienze dello spirito”, come analizzato in particolare da Dilthey (Dilthey, 1974). Mentre si prolunga, soprattutto in Italia, il dibattito tra positivismo ed idealismo nascono in Germania importanti tentativi di sintesi, sollecitati anche dalla nuova trasformazione della fisica attraverso la teoria della relatività e la teoria quantistica, che nascono all’intersezione di paradigmi precedenti (Renn, 2020, p.127).

La fenomenologia di Husserl è una novità di rilievo, ma molto rilevante per l’evoluzione delle discipline di Storia della Scienza e di Storia della Fisica è l’opera di Ernst Cassirer che partendo dalle posizioni neokantiane della scuola di Marburgo passerà poi, attraverso un percorso particolarmente produttivo, ad un tentativo di sintesi con la sua filosofia delle forme simboliche (Friedman, 2022). Cassirer avrà una grande influenza su Burt, Koyrè, Dijksterhuis (Burt, 1925; Koyrè, 1939; Dijksterhuis, 1971), ma, molto rilevante qui, anche su Thomas Kuhn (Friedman, 2008). Nel 1926 a Davos un fondamentale dibattito contrappone Cassirer ed Heidegger (Friedman, 2000; Gordon, 2012a). È presente anche Rudolf Carnap. Di lì a poco Einstein, Cassirer e Carnap saranno costretti a emigrare negli Stati Uniti mentre Heidegger aderirà, senza mai pentirsene, al nazismo. Negli Stati Uniti si sviluppa il programma neopositivista dell’*Enciclopedia delle Scienze Unificate* ed è paradossale che la *Struttura* di Kuhn sia nata all’interno di questo progetto ed interessante che Carnap l’abbia recepita positivamente. In Francia si sviluppa un’ “epistemologia storica” ad esempio con le opere di Bachelard e Canguilhem. Le tensioni tra le discipline umanistiche e scientifiche diventano famose a livello del grande pubblico con il nome del fortunato saggio di C.P. Snow *Le due culture*.

² Bevilacqua, 2014, p.1234 e relativa bibliografia.

2. Tre generazioni di pionieri

Negli Stati Uniti i primordi della Storia della Scienza risalgono al 1891 (Thackray, 1980) ma è certamente con l'arrivo di un emigrante di eccezione, George Sarton, che la disciplina ha un grande impulso. Non senza problemi come vedremo. Molti i centri che si sono aperti alla nuova disciplina (Elliott, 1999; Gleason, 1999; Grau, 1999; Hahn, 1999; Henson, 1999), ma qui ci limiteremo a discutere brevemente di Wisconsin, Harvard, Berkeley e Princeton.

2.1. George Sarton (1884-1956)

George Sarton (Sayili, 1996; Cohen, 1957; Meinel, 1985; Singer & Singer, 1957; Stimson, 1957) durante la prima guerra mondiale a causa dell'invasione tedesca sotterra i propri manoscritti in giardino e nel 1915 lascia il Belgio per Cambridge (MA). Porta con sé una incrollabile passione per la Storia della Scienza e delle straordinarie competenze linguistiche, scientifiche e storiche. La sua concezione storiografica era totalizzante: si dedicò alla Storia della Scienza di varie culture e di tutte le epoche considerandola una disciplina fondamentale per la civiltà (Sarton, 1916; Sarton, 1924).

Fondò la rivista *Isis* (1912) e la *History of Science Society*, entrambe all'inizio finanziate con fondi personali. L'accoglienza ad Harvard fu fortemente problematica. Trovò ospitalità solo in alcuni uffici della *Widener Library* e dovette aspettare più di venti anni per avere una cattedra, ma ebbe dei finanziamenti per la ricerca dalla *Guggenheim Foundation* diretta da Vannevar Bush. Non ebbe mai un Dipartimento né un Programme di dottorato e i suoi studenti furono pochissimi. Sarton non era interessato alla didattica e i suoi incontri/scontri con James Conant sono rimasti proverbiali (Conant, 1957). Il suo successore è stato I. Bernard Cohen, uno dei pochi allievi.

2.2. James Conant (1893-1978)

James Conant era un personaggio di grandissima statura. Ha lasciato un'impronta profonda in vari campi. Chimico, segue da studente i corsi di storia tenuti da Henderson. Giovannissimo viene nominato presidente dell'Università di Harvard (1933-1953). È il promotore del *core curriculum*, una serie di corsi interdisciplinari tra i quali obbligatoriamente scegliere un certo numero di crediti, ed anche dei test di ammissione SAT che avrebbero fortemente migliorato la meritocrazia negli accessi all'Università. Entrambe le innovazioni sono poi diventate standard nelle istituzioni accademiche americane. Ha trasformato Harvard da una istituzione regionale in un colosso mondiale.

Nel 1942 viene nominato, insieme a Vannevar Bush, coordinatore del progetto *Manhattan*. Dopo i tragici bombardamenti di Hiroshima e Nagasaki si occupa della *Liberal Education in a Free Society*, ovvero di educare anche il pubblico di non scienziati alla valutazione dell'impresa scientifica e dei suoi risultati. Lo fa ricorrendo alla Storia della Scienza ed in particolare alla metodologia dei case studies elaborata da Henderson. Fonda una serie di corsi e si circonda di un gruppo di assistenti e collaboratori che per noi sono di straordinaria importanza. Tra questi: I. Bernard Cohen, Gerald Holton, Thomas Kuhn. Sono i pionieri di tre approcci storiografici differenti: strettamente storico, storico didattico, storico epistemologico. Conant si rifiuta di partecipare alla costruzione della bomba all'idrogeno e diventa ambasciatore a Bonn. Pur se fortemente criticato per la scelta di case studies storici relativi alla small science e per aver trascurato gli sviluppi della big science Conant ha lasciato un'impronta non piccola sugli sviluppi della nostra disciplina (Hamlin, 2016; Harvey, 1999).

2.3. I. Bernard Cohen (1914-2003)

I. Bernard Cohen seguirà più da vicino la lezione di Sarton su una collocazione più specificamente "storica" della Storia della Scienza (Dauben *et al.*, 2009). È stato il primo americano a ottenere un dottorato in Storia della Scienza, specialista su Newton ha pubblicato in numerosi campi, ad esempio anche sulla storia dei calcolatori. Si dedica appassionatamente e strenuamente alla *History of Science*

Society ed alla rivista *Isis* (Cohen, 1999; Sokal, 1999; Sokal & Erikson, 1999; “Appendix B”, 1999). Insegnerà ad Harvard per molti decenni, tra i suoi dottorandi Lorraine Daston e Johan L. Richards.

2.4. Charles Gillispie (1918-2015)

Interessante la vita di Charles Gillispie (Gillispie, 1999). Si laurea in chimica nel 1940 alla Wesleyan University, (ove un anno dopo si laurea in Fisica Holton). Nel '41 si sposta al Dipartimento di Storia ad Harvard, preferendolo al Centro di Sarton. Ad Harvard inizia il dottorato, ma nel 1942 viene richiamato in guerra. Nel 1946 ritorna ad Harvard con il programma di reinserimento dei militari, *G.I. Bill*,³ diventa amico di Kuhn e nel 1947 è a Princeton nel Dipartimento di Storia.

Con una borsa della fondazione Guggenheim nel 1954-55 è a Parigi ove conosce Costabel, Taton, Koyrè, Bachelard. Nel 1956 di ritorno a Princeton inizia a insegnare Storia della Scienza. Intanto Koyrè inizia a frequentare a Princeton l'*Institute of Advanced Studies* con grande successo. Nel 1960 Gillespie fonda un Dipartimento di Storia e Filosofia della Scienza. Qualche anno dopo invita Kuhn a trasferirsi da Berkeley e nel corso degli anni più di sessanta studiosi hanno ottenuto un dottorato. Dal 1964 al 1980 Gillespie si dedica anche a fondare e completare il progetto del *Dictionary of Scientific Biography*, con cinquemila articoli scritti da un migliaio di autori. John Schuster dà un interessante resoconto autobiografico di quel periodo e ricorda un notevole numero di studenti di dottorato: “Michael Mahoney, Theodore Brown, Eugene Frankel, Kenneth Caneva, Robert Sillman, Evan Melhado, Arthur Donovan, R. Stephen Turner, Harold Dorn, Arthur Quinn, Dan Serwer, Michael Gross, Bruce Wheaton, Joseph Marchese, Toby Appel, James McClellan, Stewart Gillmor, Elizabeth Fee, John Lesch, John Forrester, Wise and Ian Langham come to mind. Only a very few of these individuals had Kuhn as chief dissertation supervisor. It was a commonplace in the Program that one was better off studying with Kuhn but having Charles Gillespie for one's official dissertation supervisor, perhaps with Kuhn in a supporting role” (Schuster, 2016, nota 2).

2.5. Erwin Hiebert (1919-2012)

All'Università del Wisconsin, ove c'era nella prima metà del Novecento una tradizione di studi di Storia della Scienza promossa prevalentemente da scienziati, nel 1947 (ri)nasce il primo Dipartimento di Storia della Scienza (Hilts, 1984). Viene chiamato Marshall Clagett (Grant, 2008), ma qui interessa in particolare esaminare il ruolo svolto da Erwin Hiebert (“Erwin N. Hiebert”, 2012) e il suo impegno nel seguire i dottorandi prima all'Università del Wisconsin (Stuewer, 1992) e poi dal 1970 all'Università di Harvard (Richards, 1992; Nye, Richards & Stuewer, 1992). Hiebert, nato in Canada, si è laureato in Chimica, Matematica, Fisica e Fisica chimica, ha partecipato allo sforzo bellico e infine si è dedicato alla Storia della Scienza prendendo un dottorato a Wisconsin nel 1954. Ha insegnato in questa Università dal 1957 al 1970. Tra i suoi dottorandi: Edward E. Daub (1966), Joan L. Bromberg (1967), Carolyn Merchant Iltis (1967), Thomas W. Hawkins (1968), Roger H. Stuewer (1968), Mary Jo Nye (1970). Ad Harvard invece: Jed Z. Buchwald (1974), Lorraine J. Daston (1979), Barbara Reeves Buck (1980), Joan L. Richards (1980), Peter L. Galison (1981), Richard L. Kremer (1984). Hiebert ha collaborato con la moglie Elfrieda, musicologa, su temi di acustica e musicologia. Ha ricoperto molti incarichi istituzionali ed ha lasciato un ricordo non solo intellettuale ma anche di grande apertura e simpatia.

2.6. Gerard Holton (1922-)

Nato in Germania, si trasferisce negli Stati Uniti e studia fisica ad Harvard con Percy Bridgman futuro premio Nobel e fondatore dell'operazionismo (Holton, 1999). Si ritrova nel gruppo promosso da James

³ Il *Servicemen's Readjustment Act* of 1944 è meglio noto come *G.I. Bill*. Era una legge che forniva una serie di aiuti concreti ai veterani di guerra reduci dal secondo conflitto mondiale.

Conant e si mostra subito interessato all'aspetto dell'utilizzazione didattica della Storia della Fisica. Questa sarà una caratteristica significativa del lavoro di Holton che oltre all'attività di storico porta avanti un'attività enorme di utilizzazione della Storia della Fisica per la didattica. Inizia con un libro che è il risultato dell'insegnamento nei corsi di Conant, *Concepts and Theories in Physical Sciences* e poi prosegue, dopo il lancio dello Sputnik sovietico, con uno straordinario progetto che si riprometteva di portare avanti a livello scolastico un insegnamento della fisica attraverso la storia.

Il nome del progetto era Progetto Harvard oppure *Project Physics Course* (PPC) e si contrapponeva metodologicamente ad altri progetti, sempre successivi allo Sputnik sovietico come quello del *PSSC* che aveva un approccio più empirico e quello della *Fisica di Feynman* che invece aveva un approccio più avanzato, si rivolgeva cioè agli studenti più bravi del primo biennio. Trovo molto interessante che Holton abbia ideato una metodologia a tre componenti per l'analisi dello sviluppo della fisica: alle classiche componenti dei libri di testo, quella empirica e quella matematica ha unito e sottolineato la componente tematica cioè la componente della concezione del mondo, della concezione filosofica dello scienziato. A differenza di Kuhn che aveva attribuito il "paradigma" ad una comunità scientifica Holton invece si concentra sulle "tematiche" dei singoli scienziati. Ulteriore grande merito è quello di avere individuato negli archivi di Einstein una lettera a Solovine del 1952 in cui Einstein esponeva il proprio punto di vista sul metodo scientifico e sottolineava come ci sono dei momenti soggettivi nel lavoro dello scienziato, quali quello della scelta degli assiomi e quello dell'interpretazione dei dati fenomenologici. In contrapposizione al neo-positivismo già nel 1952 l'aspetto della soggettività dello scienziato veniva fortemente sottolineato. Questo schema di Einstein viene sviluppato da Holton ed utilizzato anche nell'esame dei dibattiti scientifici.

2.7. Thomas Kuhn (1922-1996)

Le motivazioni "filosofiche" di Kuhn sono chiare fin dall'inizio della sua travagliata carriera: "I just want to know what the truth is" (Heilbron, 1998, p. 506). Kuhn si è autodefinito come "a physicist turned historian for philosophical purposes" (Kuhn, 2000, p. 320). Studia fisica all'Università di Harvard dal 1940 e si laurea in tre anni. Impegnato poi in ricerche e attività militari nel 1945 torna ad Harvard per un Ph.D. in Fisica dello Stato Solido con la supervisione di van Vleck (futuro premio Nobel). Kuhn aveva seguito dei corsi di filosofia e scritto degli editoriali per il giornale degli studenti, il *Crimson*, e viene notato da Conant che gli propone di partecipare al progetto di insegnamento basato su case studies storici. Durante il lavoro per la dissertazione decide di abbandonare la Fisica e passare alla Storia della Scienza. Ottiene l'appoggio di Conant per entrare nella *Society of Fellows* di Harvard nel 1948 (tre anni di ricerca). L'analisi di Merton sulle fasi iniziali della carriera di Kuhn è di grande interesse (Merton & Gaston, 1980, pp. 104-142) come anche un'analisi epistemologica delle influenze di Conant su Kuhn (Wray, 2016). Dopo la *Society* diventa assistente (tenure track di sei anni) ma appare chiaro che Harvard non è intenzionata a dargli la tenure. Accetta quindi una *assistant professorship* a Berkeley nel 1956 ma qui la storia si ripete: nonostante avesse pubblicato *La Rivoluzione Copernicana* (1957, con prefazione di Conant) e *La Struttura* (1962, con la dedica a Conant ("Who started it") che comunque aveva delle riserve sul termine "paradigma"; la dedica non apparirà nella seconda edizione del 1970) il Dipartimento di Filosofia gli nega la *full professorship*, rimandandolo al Dipartimento di Storia. Dal 1962 al 1964 con la collaborazione di John Heilbron e Paul Forman dirige il progetto *Archives for the History of Quantum Physics*. Dopo un ulteriore rifiuto ad Harvard nel 1963, e poi anche nel 1969 (Harvey, 1999, p. S285, nota 56), accetta l'offerta di Princeton (Gillispie) e rimane lì dal 1964 al 1979. Si sposta poi al MIT fino al pensionamento nel 1991.

La *Struttura* ha venduto 1,7 milioni di copie in 42 lingue. Lo straordinario successo e le molteplici interpretazioni spesso non risultano gradite a Kuhn. Accanito fumatore muore per un tumore ai

polmoni. Tra i suoi non numerosi dottorandi spiccano Heilbron, Forman, Norton Wise. Riporto qui il commento di Heilbron che sottolinea, al di là di tutti i problemi, l'impegno intellettuale di Kuhn:

To speak for myself in almost the same words that Kuhn addressed to Carl Hempel at the colloquium at MIT in 1990: 'What I primarily owe him is not from the realm of ideas. rather it is the experience of working with a man who cared more about arriving at truth than about winning arguments. I admired him most, that is, for the noble uses to which he put a distinguished mind' (Heilbron, 1998, p. 515).

Va notato che è Carnap nel 1953 a chiedere a Kuhn un testo per la Enciclopedia delle Scienze Unificate, una serie di agili volumi che costituivano un manifesto del movimento neopositivista. La *Struttura* viene pubblicata in questa serie e spesso è stata vista come fortemente contraria al neopositivismo. Invece in un interessante articolo del 1991 Reisch analizza due lettere di Carnap a Kuhn che mostrano apprezzamento per la *Struttura* e indicano una interessante vicinanza di idee tra i due sul cambiamento scientifico "rivoluzionario" (Reisch, 1991).

Tra gli anni '50 e '80 la Storia della Scienza negli Stati Uniti ha una crescita impetuosa ma già nel 1984 in un rilevante articolo (Kuhn, 1984, p. 31) Kuhn parla di crisi e si chiede se non sia stato un errore per gli storici della scienza dedicarsi prevalentemente alla preparazione professionale di altri storici. C'è anche una menzione sul ruolo delle "due culture" negli sviluppi iniziali della Storia della Scienza: "I suspect that postwar concern with what C. P. Snow belatedly called the two-culture problem was the primary force in the emergence of the history of science as a professional discipline."

Va notato anche un articolo del 1999 ove viene sviluppata un'analisi psicologica e familiare della carriera e degli sviluppi intellettuali di Kuhn (Andresen, 1999). In un recente contributo Steven Shapin esprime invece il disappunto dei sociologi della scienza per i lavori di Kuhn dopo la *Struttura* e vede nel "secondo" Kuhn un percorso involutivo (Shapin, 2023). Su Kuhn la bibliografia è ovviamente sterminata. Ricordo qui solo il volume collettivo curato da Nickles (Nickles, 2002), il Forum per i 50 anni della *Struttura* curato da Peter Gordon (Gordon, 2012b), il libro molto critico su Conant e Kuhn di Steve Fuller (Fuller, 2001), un contributo sui legami con Bachelard (Fragio, 2020) oltre al già citato articolo di Friedman, che contribuisce anche con un capitolo al libro di Nickles e un articolo al Forum di Gordon.

2.8. John Heilbron (1934-2023)

All'Università della California a Berkeley dopo un B.A. ed un master in Fisica ha ottenuto un dottorato in Storia della Scienza nel 1964. È stato il primo studente di Kuhn, che nella prefazione alla prima edizione della *Struttura* lo ringrazia per la collaborazione. Ha collaborato ancora con Kuhn all'importante progetto *Archive for History of Quantum Physics* (Heilbron, 1968), a Berkeley ha diretto l'*Office for the History of Science and Technology* dal 1973, una fucina di incontri e di idee, e per 25 anni la rivista *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, è stato Professore di Storia e di Storia della Scienza all'Università di Berkeley, ove, caso più unico che raro per gli storici della scienza, è diventato vice-chancellor (1990-94). Heilbron ha dato numerosi splendidi contributi in settori diversi della Storia della Fisica, ma non ha seguito Kuhn nella metodologia. Molto attento agli aspetti sperimentali si è sempre orientato più alla storia che alla filosofia. Anche in Italia ha avuto molti allievi e due lauree honoris causa (Bologna, Pavia). Tra i suoi articoli "metodologici" due sono qui di particolare interesse. Il primo è del 1987 (Heilbron, 1987) ed è dedicato alla Storia della Scienza "applicata". Dopo aver descritto ironicamente la situazione degli anni '50 Heilbron afferma che la crescita impetuosa della disciplina negli ultimi trenta anni consentirebbe di contribuire con decisione a tre tematiche rilevanti: la *general education*, l'educazione scientifica, la politica della scienza.

Critico sulla metodologia di Conant e Kuhn dei *case studies* dedicati alla scienza premoderna, tredici anni prima del libro di Fuller (Fuller, 2001), Heilbron suggerisce di affrontare nei testi di storia gli sviluppi della *big science*, e di diffondere la Storia della Scienza come si fa con la Storia dell'Arte: visitando musei e laboratori scientifici. Anche la *science education* ha bisogno di un forte rinnovamento: il numero di dottorati in Fisica è diminuito negli ultimi quindici anni quasi della metà; quello dei nuovi insegnanti di fisica è un quinto rispetto al 1970. Rifiutando il dilemma tra una scienza convergente e una storia divergente Heilbron sottolinea l'importanza di un contributo storico alla chiarificazione dei concetti nei libri di testo, che a loro volta dovrebbero rinunciare all'attuale gigantismo. Seguendo una affermazione di Planck ancora una volta viene suggerito un riavvicinamento alla storia. Anni dopo questo approccio viene "ironicamente" ribadito in un confronto tra la spiegazione storica e quella scientifica (Heilbron, 2019). Una brillante applicazione di queste idee è il volume dedicato all'insegnamento della geometria tramite un approccio storico (Heilbron, 2000).

2.9. Roger Stuewer (1934-2022)

Roger Stuewer all'Università del Wisconsin ha avuto un BA in *Science Education* (1958) ed un PhD sull'effetto Compton (1968) in Storia della Scienza e in Fisica. Prima del B.A. ha passato due anni a Monaco di Baviera nell'esercito. Il *G.I. Bill* gli ha consentito di passare poi un anno di specializzazione a Vienna, ove ha conosciuto Helga, la moglie. È stato un allievo di Hiebert, con il quale ha mantenuto sempre stretti e amichevoli rapporti. Roger raccontava divertito ma anche rattristato la storia di come il *job market* fosse diverso allora: ancora prima di finire il dottorato aveva ricevuto 35 offerte di lavoro. Ha accettato nel 1967 quella di Herbert Feigl al *Minnesota Center for Philosophy of Science*. Feigl chiese e ottenne che a Stuewer fosse data anche una posizione nel Dipartimento di Fisica.

Nel 1972 è stato dunque il *Founding Director* del *Minnesota Program for History of Science and Technology*. La collaborazione con scienziati e ingegneri viene generalmente definita come il *Minnesota Model*. Una seconda posizione fu data ad Alan Shapiro (*Early Modern Physics*), poi suo successore alla direzione del *Program*. La cattedra è stata poi attribuita a Michel Janssen. Stretti rapporti furono stabiliti con il *Bakken Museum* e il *Babbage Institute*. Roger Stuewer divenne uno dei maggiori esperti di fisica nucleare ed ha sempre considerato insieme gli aspetti concettuali con quelli sperimentali e quelli istituzionali. Ebbe come allievi Charles Atchley, Kai-Henrik Barth, Fred Fellows, Richard Gehrenbeck, John Gustafson, Karen Johnson, Al Martinez, Michael Reidy, and Ioanna Semendeferi. Nel 1999 con John Ridgen ha fondato e diretto fino al 2013 *Physics in Perspective*. Per 37 anni è stato l'editor delle *Resource Letters* dell'*American Journal of Physics*. Si è anche dedicato a dirigere due volte il *Forum on History of Physics of the American Physical Society (APS)* e a fondare il *Pais Prize*. Appassionato bibliofilo ha raccolto una straordinaria collezione di libri, poi lasciati da lui ed Helga all'Università del Minnesota.

2.10. Stephen Brush (1935-)

Laureato in Fisica ad Harvard ottiene un dottorato in Fisica Teorica ad Oxford. Lavora per vari anni come fisico al *Lawrence Livermore Laboratory* e nel 1965 torna ad Harvard come *lecturer* in Fisica. Dal 1965 al 1968 partecipa al *PPC* diretto da Holton e poi accetta una posizione a Maryland, College Park. Qui sviluppa una interessante carriera tra il Dipartimento di Fisica e quello di Storia e dà dei notevoli contributi alla storia della termodinamica e della teoria cinetica. Steven Brush insieme a King ha organizzato un convegno con la *Commission on Physics Education* dell'*International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP)* in cui si discuteva dell'utilizzazione didattica della Storia della Fisica. Il volume risultante è stato importante per l'organizzazione del convegno di Pavia del 1983 (Brush &

King, 1972), che poi ha dato vita a tutta una serie di ulteriori iniziative. Le posizioni metodologiche di Brush sono espresse in due interessanti articoli del 1974 e del 1995 (Brush, 1974; Brush, 1995), in quest'ultimo cita alcuni storici della scienza di rilievo che hanno un dottorato in Fisica: Geoffrey Cantor, Allan Franklin, Peter Galison, Gerald Holton, Martin J. Klein, Thomas S. Kuhn, Arthur I. Miller, Andy Pickering, Sylvan S. Schweber, Daniel Siegel, Roger Stuewer e M. Norton Wise.

3. Tre generazioni di pioniere

Notevole e importante il contributo alla disciplina “Storia della Scienza” dato dalle donne, nonostante le enormi difficoltà che venivano incontrate per iniziare una carriera accademica. Va ricordata la separazione tra istituzioni universitarie maschili e femminili, che si è protratta, con poche eccezioni (ad esempio Cornell), fin dopo la seconda guerra mondiale. Notevole è stato il ruolo delle *Seven Sisters*,⁴ università femminili della *East Coast* (quattro in Massachusetts, due nello stato di New York e una in Pennsylvania) analogo a quelle delle otto università private della *Ivy League* (sette delle quali, l'eccezione è di nuovo Cornell) furono fondate nel periodo coloniale. Ad esempio la più antica istituzione accademica americana, Harvard, nasce nel 1636 ma è solo nel 1879 che appare Radcliffe, la sezione femminile. Fino al 1946 i professori di Harvard ripetevano le loro lezioni a Radcliffe (*The Harvard Annex*). Nel 1977 c'è stata l'integrazione e nel 1999 la fusione tra le due. Nel 2007 Drew Gilpin Faust è la prima donna a diventare presidente di Harvard e nel 2023 Claudine Gay è la prima presidente di origine afro-americana.

Numerosissime sono anche altre istituzioni universitarie femminili,⁵ a partire dal 1727. Molte nacquero dallo sviluppo di scuole e seminari dedicati alla preparazione di insegnanti in *Liberal Arts Colleges*, ove in generale le professoressa dovevano essere donne non sposate. Il ruolo di queste istituzioni fu comunque importante anche per consentire alle donne una possibilità di carriera accademica. Negli anni '60 ne esistevano oltre 280, ne rimangono 26 nel 2023. Anche nel caso delle storiche della scienza mi limito a menzionare alcuni esempi di tre generazioni, analoghe a quelle già menzionate nel caso degli storici.

3.1. Dorothy Stimson (1890-1988)

È stata la prima presidente donna della *History of Science Society* (1953-57, vicepresidente 1951-53). Si laurea al Vassar College, uno dei più antichi *colleges* al femminile, e poi ottiene a Columbia un master (1913) e un PhD (1917) in Storia della Scienza. Il tema della dissertazione, *The Gradual Acceptance of the Copernican Theory of the Universe*, era stata suggerita dallo storico James Harvey Robinson.

Dorothy Stimson ha insegnato storia e diretto il Dipartimento di Storia al Goucher College dal 1921 al 1955 ed è stata *Dean of Women* dal 1921 al 1947. Ha pubblicato parecchi libri tra i quali nel 1948 una storia della *Royal Society* (Stimson, 1948); ha svolto anche un ruolo nell'organizzazione delle *Code Girls*, ovvero il reclutamento da parte dei militari di alcune migliaia di donne delle *Seven Sisters* per decodificare i codici tedeschi e giapponesi durante la guerra (Mundy, 2017). Nel suo breve articolo del 1957 su Sarton ricorda con ammirazione e riconoscenza i contributi da lui dati alla disciplina, alla rivista *Isis* ed alla *History of Science Society* (Stimson, 1957).

3.2. Mary Boas (1919-2009)

È stata segretaria della *History of Science Society* dal 1953 al 1956, subito prima di Thomas Kuhn. Si è laureata (MA) in chimica al Radcliffe College (Harvard) nel 1940.

⁴ [https://en.wikipedia.org/wiki/Seven_Sisters_\(colleges\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Seven_Sisters_(colleges))

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_women%27s_colleges_in_the_United_States

Come ci racconta in un simpatico articolo (Boas Hall, 1999), ove tra l'altro ricorda il lavoro e la vita di Dorothy Stimson e di molti altri (Boas Hall, 1999, p. S72 e p. S74), è stata una "cavia", ovvero ha inaugurato la seconda generazione di storici della scienza. Ha studiato ad Harvard con Henry Guerlac e in tempo di guerra lo ha seguito poi al MIT nelle ricerche storiche sugli sviluppi del radar, ricerche che si sono potute pubblicare solo molti anni dopo (Guerlac, 1987). Poi di nuovo con Guerlac a Cornell ove nel 1949 ha ottenuto un dottorato sulla filosofia meccanicista di Robert Boyle. La dissertazione è stata pubblicata da Sarton su *Osiris* (Boas, 1952; Boas, 1958). Negli anni '50 Boas ricorda che solo a Cornell, Harvard e Wisconsin c'era la possibilità di un dottorato in Storia della Scienza. Boas ha insegnato alla Brandeis University, alla University of California, a Los Angeles, e alla Indiana University, prima di trasferirsi con il marito, lo storico Rupert Hall, all'*Imperial College London* nel 1963. ha continuato a pubblicare fino agli anni 2000 sulla rivoluzione scientifica e sulla *Royal Society* e ha seguito numerosi dottorandi. Nel 1981 a lei ed al marito è stata attribuita la *Sarton Medal*.

3.3. Joan L. Bromberg (1929-2015)

Una "carriera" insolita è quella di Joan Bromberg (Kingsland, 2016a; Kingsland, 2016b). Ha fatto ricerche e pubblicato per tutta la vita senza una posizione accademica stabile, ma con una serie di successivi importanti contratti e *visiting fellowships*. Si laurea (BA) in Fisica al Vassar College nel 1951. Poi riceve un master, sempre in Fisica, all'Università del Connecticut nel 1953. Negli anni '60 inizia a studiare per un dottorato in Storia della Fisica all'Università del Wisconsin. Robert Cohen, il fondatore del *Center for the Philosophy and History of Science* alla Boston University (ove si iniziarono a pubblicare i *Boston Studies*), ha il ruolo di supervisor esterno e quindi viene seguita anche da Hiebert. La dissertazione è dedicata all'elaborazione della teoria elettromagnetica della luce da parte di Maxwell ed in particolare al ruolo della corrente di spostamento nella sua teoria. Ottiene il PhD nel 1967 e pubblica un importante articolo negli *Archive for History of Exact Sciences* (Bromberg, 1967).

Negli anni '70 cambia oggetto di ricerca e si dedica ad analizzare negli Stati Uniti la nascita della *Big Science*, lo sviluppo del complesso militare industriale, ed il rapporto tra governo ed industria nel dopoguerra. Il primo lavoro è sullo sviluppo della fusione nucleare tra il 1951 ed il 1978 e nel 1982 pubblica un importante volume (Bromberg, 1982). Tutti i materiali reperiti e utilizzati nella ricerca sono depositati al *Center for the History of Physics of the American Institute of Physics*. Dal 1982 al 1988 dirige il *Laser History Project* e nel 1991 pubblica un secondo libro importante ove riconosce l'influenza storiografica di Paul Forman (Bromberg, 1991). Infine un terzo libro nel 1999 è dedicato all'industria spaziale americana (Bromberg, 2000). Ha continuato a lavorare fino alla fine nonostante l'età avanzata e due articoli sono stati pubblicati dopo la sua morte. Bromberg fin dalla gioventù è stata molto sensibile ai temi razziali, sociali e politici. Tra l'altro ha organizzato l'invio a Cuba di riviste e libri e si è impegnata nella *adult education*.

3.4. Carolyn Merchant Iltis (1936-)

Si laurea in chimica al Vassar College passa poi alla Wisconsin University per un master e un dottorato in Storia della Scienza (1967) con Hiebert. La dissertazione di dottorato, il dibattito sulle forze vive,⁶ è estremamente interessante ed è notevole che venga individuato in Boscovich il primo sostenitore della tesi che in realtà il dibattito verteva su due diverse misure della "forza".

A nome Iltis vengono pubblicati una serie di ottimi articoli⁷ di storia del newtonianesimo che poi vengono visti come "precursori" dell'opera più famosa: *The Death of Nature* che rapidamente diventa

⁶ <https://nature.berkeley.edu/departments/espm/env-hist/dissertation.html>

⁷ <https://www.semanticscholar.org/author/Carolyn-Iltis/112838984>

un manifesto dell'ecofemminismo (Callicott, 2019). Dopo aver insegnato per circa 10 anni Storia della Scienza all'Università di San Francisco inizia a insegnare *Environmental History, Philosophy, and Ethics* all'University of California, Berkeley, dove nel 1986 diventa *full professor*. La sua bibliografia è sterminata⁸ ed è stata anche molto attiva in numerose società scientifiche.

3.5. Mary Jo Nye (1944-)

È stata vicepresidente (1987) e poi presidente (1988-89) della *History of Science Society*. Ha anche svolto le funzioni di second vice-president della *Division of History of Science dell'International Union of History and Philosophy of Science*. Ha studiato chimica a Vanderbilt (1962) prima di trasferirsi a Wisconsin (1964) ove nel 1965 ha iniziato un dottorato in Storia della Scienza. Nel 1968 ha svolto ricerche a Parigi e nel 1970 ha completato a Wisconsin il dottorato su Perrin con la supervisione di Hiebert, che poi verrà ringraziato per il supporto paritario alle dottorande.

Nel 1972 queste ricerche sono state pubblicate in un volume (Nye, 1972). Nel 1970 si trasferisce all'Università di Oklahoma dove resterà per 14 anni. Nel 1985 diviene *full professor* e nel 1986 pubblica un secondo importante volume (Nye, 1986). Nel 1993 inizia a dirigere il Dipartimento di Storia della Scienza e pubblica un terzo volume (Nye, 1993). Si trasferisce con il marito su una *joint professorship* all'Oregon State University, ove studia l'archivio di Linus Pauling. Ha pubblicato altri due volumi, il primo sulla storia sociale e intellettuale delle scienze fisiche dal primo Ottocento all'inizio della Seconda Guerra Mondiale e il secondo su Blackett (Nye, 1999; Nye, 2004). Nel 2006 ha ricevuto la medaglia Sarton. In pensione dal 2008 ha ancora pubblicato un volume su Polanyi nel 2011 (Nye, 2011).

3.6. Margaret Rossiter (1944-)

Ha dato, praticamente da sola, straordinari contributi alla rivalutazione del ruolo svolto dalle donne nella Storia della Scienza (Dominus, 2019). Ha diretto la rivista *Isis* dal 1994 al 2003. Nel 2004 la *History of Science Society* ha deciso di rinominare *The Women's Prize* in suo onore: *The Margaret W. Rossiter History of Women in Science Prize* in riconoscimento del lavoro pionieristico da lei svolto.

Nel 1962 ha iniziato a studiare matematica a Radcliffe per poi prendere un BA in Storia della Scienza nel 1966. A Wisconsin ha preso un master in Storia della Scienza e poi un secondo a Yale ove ha ottenuto un Ph.D. nel 1971. Rossiter ricorda che nelle conversazioni a Yale all'epoca veniva negata qualunque partecipazione delle donne all'evoluzione della scienza, anche i contributi di Marie Curie venivano attribuiti al marito. Dopo le prime ricerche dedicate alla storia delle scienze dell'agricoltura negli Stati Uniti nell'Ottocento, Rossiter durante una *fellowship* ad Harvard ha iniziato a dedicarsi alla storia delle scienziate. Il suo primo contributo, "Women scientists in America before 1920", pubblicato sul *New Scientist* dopo essere stato rifiutato da *Science* e *Scientific American*, ebbe grande successo anche se non tra gli storici e gli scienziati. Da lì è iniziato un impegnativo progetto in tre volumi: nel 1982 *Women Scientists in America, Struggles and Strategies to 1940*; nel 1995 *Women Scientists in America: Before Affirmative Action, 1940-1972* e infine nel 2012 *Women Scientists in America: Forging a New World since 1972* (Rossiter, 1982; Rossiter, 1995; Rossiter, 2012).

Prendendo spunto dalla vita di Matilda Joslyn Gage (1826-98), suffragista, abolizionista, attivista in difesa dei diritti degli "indiani" d'America, una pioniera della rivalutazione del ruolo delle donne nella scienza (Gage, 1870), anche lei poi "silenziosa" da due colleghe suffragiste, Rossiter ha coniato il termine *Matilda effect* (Rossiter, 1993). Indica il sistematico occultamento del ruolo femminile in numerosi grandi successi scientifici e nelle normali carriere accademiche. La definizione è diventata famosa. Da notare, nel contesto di questo contributo, la classificazione della Rossiter dei vari approcci nella fase iniziale della Storia della Scienza negli USA (Rossiter, 1999b).

⁸ <https://nature.berkeley.edu/departments/espm/env-hist/cv.html>

Margaret Rossiter è riuscita a fondare un nuovo ambito di ricerche pur avendo avuto una difficile carriera accademica. Solo nel 1991, a Cornell, i suoi meriti sono stati riconosciuti con una tenure e un nuovo Dipartimento.

4. Cenni conclusivi

Vorrei fare adesso alcune considerazioni prendendo spunto dalle brevi introduzioni ai sedici personaggi ricordati nelle pagine precedenti. Sono ovviamente consapevole di aver menzionato un numero molto piccolo di storici della scienza degli Stati Uniti. Pur tuttavia penso che, nonostante i limiti, alcune riflessioni possano essere evidenziate.

4.1. Tre generazioni

Per prima cosa sottolineo che ho fatto riferimento a tre generazioni di storici legate tra loro: Sarton, Stimson e Conant; Cohen, Gillespie, Boas, Hiebert, Holton, Kuhn e Bromberg; Heilbron, Merchant-Iltis, Stuewer, Brush, Nye e Rossiter. Oramai anche la quarta è in età di pensione e tra breve toccherà alla quinta fare dei bilanci.

I primi (nati nell'Ottocento) sono stati dei veri pionieri e si sono trovati di fronte un compito estremamente arduo. I secondi (nati fino agli anni '20) sono riusciti ad istituzionalizzare la disciplina, a creare degli strumenti di lavoro quali il *Dictionary*, l'*AHQP*, i Dipartimenti di Storia della Scienza e le molteplici riviste. Questi sono senz'altro dei contributi duraturi che hanno professionalizzato la disciplina, hanno fatto conoscere i risultati anche al grande pubblico, hanno costituito una comunità accademica, hanno avuto un notevole impatto sulla cultura. La terza generazione ha potuto beneficiare degli sforzi di queste altre due ed è riuscita a portare ancora più in alto il valore degli studi, ad ampliare i risultati, a diffondere le ricerche in molteplici paesi in vari continenti.

La quarta generazione, quella dei *baby boomers*, ha beneficiato di queste notevoli eredità, ma a partire dagli anni '90 ha visto anche un rallentamento nelle possibilità di lavoro e questo chiaramente ha un riflesso ancora oggi su ulteriori sviluppi. Infatti la quinta generazione, i nati dalla fine degli anni '60 ha avuto un compito scientifico più semplice ma un compito istituzionale molto più difficile. Per la sesta generazione, i nati a partire dagli anni '80 la situazione è veramente estremamente ardua e pone in difficoltà il futuro della disciplina.

4.2. Due guerre mondiali

Va sottolineato che la prima generazione ha dovuto affrontare ben due guerre mondiali oltre al difficile periodo della depressione. La seconda generazione è stata costretta a partecipare allo sforzo bellico nella Seconda Guerra Mondiale e quindi ha dovuto superare delle difficoltà notevoli nel ritornare poi agli studi accademici. La terza generazione ha avuto notevoli vantaggi istituzionali per il rapido sviluppo numerico ed economico di molte università (studenti *baby boomers* again!), ma si è molto impegnata nella preparazione di nuovi storici, oltre che nell'ampliamento e nell'approfondimento delle ricerche.

4.3. Un background scientifico e motivazioni individuali profonde per intraprendere i nuovi studi

Tutti i personaggi menzionati hanno almeno una prima laurea in discipline scientifiche. I primi prevalentemente in Chimica, i secondi in Fisica. Alcuni un dottorato in Fisica. Le motivazioni personali per affrontare il cambio disciplinare sono sempre state profonde e interessanti: il ruolo civilizzatore dell'unificazione delle due culture, l'analisi dell'impresa "scienza" che fortemente caratterizza la nostra epoca, l'utilizzazione didattica e divulgativa delle ricerche storiche, l'analisi della razionalità scientifica, la ricerca della "verità".

4.4. *Differenti storiografie*

Si riflettono nella costituzione di varie scuole: Sarton, storico progressivista, ha come allievo Cohen, Conant avvia alla storia Kuhn e Holton in un ambito storico-didattico; Hiebert ha tra i numerosi allievi Stuewer e Richards; Kuhn, più epistemologo che storico, ha come allievi Heilbron, Forman, Wise; Holton invece Brush.

Non sempre gli allievi hanno seguito i maestri: Cohen ha seguito Sarton, Holton ha seguito Conant ed è stato seguito da Brush, ma Kuhn si è staccato dall'approccio di Conant e tre dei suoi allievi hanno preso di nuovo altre strade: Heilbron specificamente storica, Forman prevalentemente sociologica e Wise postmoderna. Più complicato trovare un pattern tra le storiche, spicca comunque il ruolo di Hiebert come docente.

4.5. *Differenti collocazioni accademiche*

Anche le collocazioni accademiche sono state differenti: Kuhn ha fatto via via scelte sempre più epistemologiche, Holton, Brush e Stuewer si sono stabiliti in Dipartimenti scientifici, Heilbron a Storia, Hiebert a Storia della Scienza come Gillespie, Forman allo *Smithsonian*.

4.6. *Contributi all'istituzionalizzazione della disciplina*

I progetti duraturi sono stati fondamentalmente la fondazione di numerosi Dipartimenti di Storia della Scienza e delle Società Scientifiche: in pratica tutti gli storici menzionati si sono dedicati alla *History of Science Society* (Sokal & Erikson, 1999) e quindi alla *Critical Bibliography*, hanno portato avanti progetti straordinari: *Dictionary*, *AHQP*, *PPC*, ecc. Hanno fondato collane e riviste. Ricordo anche il *Center for History of Physics* (1965) dell'*American Institute of Physics* (1931). Rilevante anche il ruolo di maestri verso le generazioni successive, in particolare l'impegno nella formazione dei dottorandi.

4.7. *Contributi alla parità di genere*

Straordinario il risultato del lavoro delle storiche della scienza: non solo sono riuscite a superare delle evidenti difficoltà nelle proprie carriere accademiche con contributi scientifici di grande qualità, ma anche ad affermare delle nuove tematiche di ricerca (ecofemminismo, storia delle scienziate).

Bibliografia

- Andresen, J. (1999). "Crisis and Kuhn", in Rossiter (1999a), pp. S43-S67.
- "Appendix B: Prizes Awarded by the History of Science Society". (1999), in Rossiter (1999a), pp. S323-S330.
- Aristotele (2016). *Metafisica*, a cura di Reale, G., Milano: Bompiani.
- "Archive for the History of Quantum Physics, 1898-1950. American Philosophical Society". Available at: <https://search.amphilsoc.org/collections/view?docId=ead/Mss.530.1.Ar2-ead.xml> (Accessed: August 20th, 2023).
- Benson, K.R. (1999). "Flail on, Columbia: An Irreverent Look at HSS's Soggiest Subsection, the Columbia History of Science Group", in Rossiter (1999a), pp. S240-S245.
- Bevilacqua, F. (2001). "Libri di Fisica", in Mamiani M. (a cura di). *Il libro scientifico*. Milano: Sylvestre Bonnard, pp. 88-93.
- Bevilacqua, F. (2014). "Energy: Learning from the Past", *Science & Education*, 23(6), pp. 1231-1243.
- Bevilacqua, F. & Esposito, S. (2021). "SISFA: 40 Anni di Storia della Fisica in Italia", *Il Nuovo Saggiatore*, 37(1-2), pp. 39-50.

- Bevilacqua, F. & Gambaro, I. (2021). *Atti del XL Convegno della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia*, online, 8-10 settembre 2020, Pisa University Press.
- Boas, M. (1952). "The Establishment of the Mechanical Philosophy", *Osiris*, 1st Ser., 10, pp. 412-541.
- Boas, M. (1958). *Robert Boyle and Seventeenth-Century Chemistry*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Boas Hall, M. (1999). "Recollections of a History of Science Guinea Pig", in Rossiter (1999a), pp. S68-S83.
- Boudon, R. (1998). "Spiegazione e comprensione", in *Enciclopedia delle scienze sociali*. Consultabile al link: [https://www.treccani.it/enciclopedia/spiegazione-e-comprensione_\(Enciclopedia-delle-scienze-sociali\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/spiegazione-e-comprensione_(Enciclopedia-delle-scienze-sociali)) (Accesso: 18 Giugno 2023).
- Bouterse, J. & Karstens, B. (2015). "A Diversity of Divisions: Tracing the History of the Demarcation between the Sciences and the Humanities", *Isis*, 106(2), pp. 341-352.
- Bromberg, J.L. (1967). "Maxwell's Displacement Current and His Theory of Light", *Archive for History of Exact Sciences*, 4(3), pp. 218-234.
- Bromberg, J.L. (1982). *Fusion: Science, Politics, and the Invention of a New Energy Source*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Bromberg, J.L. (1991). *The Laser in America, 1950-1970*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Bromberg, J.L. (2000) *NASA and the Space Industry*. Baltimore: JHU Press.
- Brush, S.G. & King, A.L. (1972). *History in the Teaching of Physics*. Lebanon (NH): University Press of New England.
- Brush, S.G. (1974). "Should the History of Science Be Rated X?", *Science*, 183(4130), pp. 1164-1172.
- Brush, S.G. (1995). "Scientists as Historians", *Osiris*, 10, pp. 214-231.
- Burt, E. (1925). *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*. London: Kegan Paul, Trench, Trübner.
- Callicott, J. B. (2019). "Before the Death of Nature: Carolyn Iltis, the Carolyn Merchant Few People Know", in Worthy, K., Allison, E. & Bauman, W.A. (eds), *After the Death of Nature*. New York: Routledge.
- Cohen, H.F. (2016). "Editor's Introduction", *Isis*, 107(2), pp. 309-310.
- Cohen, I.B. (1957). "George Sarton", *Isis*, 48(3), pp. 286-300.
- Cohen, I.B. (1999). "The Isis Crises and the Coming of Age of the History of Science Society", in Rossiter (1999a), pp. S28-S42.
- Conant, J.B. (1957). "George Sarton and Harvard University", *Isis*, 48(3), pp. 301-305.
- Dauben, J.W., Gleason, M.L. & Smith, G.E. (2009). "Seven Decades of History of Science: I. Bernard Cohen (1914-2003), Second Editor of Isis", *Isis*, 100(1), pp. 4-35.
- Dijksterhuis, E.J. (1971). *Il meccanicismo e l'immagine del mondo: dai presocratici a Newton*. Milano: Feltrinelli.
- Dilthey, W. (1974). *Introduzione alle scienze dello spirito: ricerca di una fondazione per lo studio della società e della storia*. Firenze: La Nuova Italia.
- Dominus, S. (2019). "Women Scientists Were Written Out of History. It's Margaret Rossiter's Lifelong Mission to Fix That". *Smithsonian Magazine*. Available at: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/unheralded-women-scientists-finally-getting-their-due-180973082/> (Accessed September 1st, 2023).
- Elliott, C.A. (1999). "Forum for the History of Science in America: Identity and Organization", in Rossiter (1999a), pp. S226-S239.
- "Erwin N. Hiebert". (2012). Available at: <https://histsci.fas.harvard.edu/people/erwin-n-hiebert>. (Accessed: August 20th, 2023).
- Forman, P. (1991). "Independence, not Transcendence, for the Historian of Science", *Isis*, 82(1), pp. 71-86.

- Fragio, A. (2020). "Similarities, Differences and Missed Connections between Thomas S. Kuhn, Gaston Bachelard and the Continental Historiography of Science", *HoST - Journal of History of Science and Technology*, 14(2), pp. 94-111.
- Friedman, M. (2000). *A Parting of the Ways: Carnap, Cassirer, and Heidegger*. Chicago: Open Court.
- Friedman, M. (2008). "Ernst Cassirer and Thomas Kuhn: The Neo-Kantian Tradition in History and Philosophy of Science", *The Philosophical Forum*, 39, pp. 239-252.
- Friedman, M. (2022). "Ernst Cassirer", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2022 Edition), edited by Zalta, E.N. Available at: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/cassirer/> (Accessed: August 20th, 2023).
- Fuller, S. (2001). *Thomas Kuhn: A Philosophical History for Our Times*. Chicago: University of Chicago Press.
- Gage, M.J. (1870). *Woman as Inventor*. Woman Suffrage Tracts. Vol. 1. Fayetteville (NY): Darling.
- Gillispie, C.C. (1999). "Apologia pro Vita Sua", in Rossiter (1999a), pp. S84-S94.
- Gleason, M.L. (1999). "The Metropolitan New York Section of the History of Science Society", in Rossiter (1999a), pp. S200-S218.
- Gordon, P.E. (2012a). *Continental Divide*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Gordon, P.E. (ed) (2012b). "Forum: Kuhn's Structure at Fifty", *Modern Intellectual History*, 9(1), pp. 73-147.
- Grant, E. (2008). "Marshall Clagett, 23 January 1916 - 21 October 2005", *Proceedings of the American Philosophical Society*, 152(1), pp. 121-127.
- Grau, K.T. (1999). "Force and Nature: The Department of History and Philosophy of Science at Indiana University, 1960-1998", in Rossiter (1999a), pp. S295-S318.
- Guerlac, H. (1987). *Radar in World War II*. New York: American Institute of Physics.
- Hahn, R. (1999). "Berkeley's History of Science Dinner Club: A Chronicle of Fifty Years of Activity", in Rossiter (1999a), pp. S182-S191.
- Hall, M.B. (1999). "Recollections of a History of Science Guinea Pig", in Rossiter (1999a), pp. S68-S83.
- Hamlin, C. (2016). "The Pedagogical Roots of the History of Science: Revisiting the Vision of James Bryant Conant", *Isis*, 107(2), pp. 282-308.
- Harvey, J. (1999). "History of Science, History and Science, and Natural Sciences: Undergraduate Teaching of the History of Science at Harvard, 1938-1970", in Rossiter (1999a), pp. S270-S294.
- Heilbron, J.L. (1968). "Quantum Historiography and the Archive for History of Quantum Physics", *History of Science*, 7, pp. 90-111.
- Heilbron, J.L. (1987). "Applied History of Science", *Isis*, 78(4), pp. 552-563.
- Heilbron, J.L. (1998). "Thomas Samuel Kuhn, 18 July 1922-17 June 1996", *Isis*, 89(3), pp. 505-515.
- Heilbron, J.L. (2000). *Geometry Civilized: History, Culture, and Technique*. Oxford: Oxford University Press.
- Heilbron, J.L. (2019). "Have I Explained Anything?", *Isis*, 110(2), pp. 305-307.
- Helmholtz, H. von. (1847). *Über die Erhaltung der Kraft: eine physikalische Abhandlung, vorgetragen in der Sitzung der physikalischen Gesellschaft zu Berlin am 23sten Juli 1847*. Berlin: G. Reimer.
- Helmholtz, H. von. (1853). "On the Conservation of Force. A Physical Memoir", in Tyndall J. & Francis W., *Scientific Memoirs, Selected from the Transactions of Foreign Academies of Science, and from Foreign Journals. Natural Philosophy*. London: Taylor & Francis, vol. 1, pp. 114-162.
- Henson, P.M. (1999). "'Objects of Curious Research': The History of Science and Technology at the Smithsonian", in Rossiter (1999a), pp. S249-S269.
- Hilts, V.L. (1984). "History of Science at the University of Wisconsin", *Isis*, 75(1), pp. 63-94.
- Holton, G. (1999). "Some Lessons from Living in the History of Science", in Rossiter (1999a), pp. S95-S116.

- Jungnickel, C. & McCormmach, R. (1990a). *Intellectual Mastery of Nature. Theoretical Physics from Ohm to Einstein, Volume 1: The Torch of Mathematics, 1800 to 1870*. Chicago: University of Chicago Press.
- Jungnickel, C. & McCormmach, R. (1990b). *Intellectual Mastery of Nature. Theoretical Physics from Ohm to Einstein, Volume 2: The Now Mighty Theoretical Physics, 1870 to 1925*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kingsland, S. (2016a). "In Memoriam: Joan Lisa Bromberg, 1929-2015", *Perspectives on Science*, 24(1).
- Kingsland, S. (2016b). "Joan Lisa Bromberg (1929–2015)", *Isis* 107(1), pp. 127-129.
- Kohler, R.E. & Olesko, K.M. (2012). "Introduction: Clio Meets Science", *Osiris*, 27, pp. 1-16.
- Koyré, A. (1939). *Études galiléennes*. 3 vols. Paris: Hermann.
- Kuhn, T.S. (1984). "Professionalization Recollected in Tranquility", *Isis*, 75(1), pp. 29-32.
- Kuhn, T.S. (2000). *The Road Since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993*, edited by Conant, J.B. & Haugeland J. Chicago: University of Chicago Press.
- Lehoux, D. (2013). "Ancient Science in a Digital Age", *Isis*, 104(1), pp. 111-118.
- Lightman, B. (2013). "Introduction". *Isis*, 104(1), pp. 86-87.
- Meinel, C. (1985). "Sarton, Science, and the End of History", *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 8(3), pp. 173-179.
- Merton, R. K. & Gaston, J. (1980). *La sociologia della scienza in Europa*. Milano: Franco Angeli.
- Mundy, L. (2017). *Code Girls: The Untold Story of the American Women Code Breakers of World War II*. New York: Hachette.
- Nappi, C. (2013). "The Global and Beyond: Adventures in the Local Historiographies of Science", *Isis*, 104(1), pp. 102-110.
- Nickles, T. (ed) (2002). *Thomas Kuhn*. Cambridge (UK), New York: Cambridge University Press.
- Nye, M.J. (1972). *Molecular Reality: A Perspective on the Scientific Work of Jean Perrin*. London, New York: American Elsevier.
- Nye, M.J. (1986). *Science in the Provinces: Scientific Communities and Provincial Leadership in France, 1860-1930*. Berkeley: University of California Press.
- Nye, M.J. (1993). *From Chemical Philosophy to Theoretical Chemistry: Dynamics of Matter and Dynamics of Disciplines, 1800-1950*. Berkeley: University of California Press.
- Nye, M.J. (1999). *Before Big Science: The Pursuit of Modern Chemistry and Physics, 1800-1940*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Nye, M.J. (2004). *Blackett. Physics, War, and Politics in the Twentieth Century*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Nye, M.J. (2011). *Michael Polanyi and his generation: origins of the social construction of science*. Chicago: University of Chicago Press.
- Nye, M.J., Richards, J.L. & Stuewer, R.H. (eds) (1992). *The Invention of Physical Science. Intersections of Mathematics, Theology and Natural Philosophy Since the Seventeenth Century. Essays in Honor of Erwin N. Hiebert*. Boston Studies in the Philosophy of Science 139. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Nyhart, L.K. (2013). "The Shape of the History of Science Profession, 2038: A Prospective Retrospective" *Isis*, 104(1), pp. 131-139.
- Priestley, J. (1767). *The History and Present State of Electricity, with Original Experiments*. London printed for J. Dodsley, in Pall-Mall.
- Reingold, N. (1980). "Through Paradigm-Land to a Normal History of Science", *Social Studies of Science*, 10(4), pp. 475-496.

- Reingold, N. (1986). "History of Science Today, 1. Uniformity as Hidden Diversity: History of Science in the United States, 1920-1940", *The British Journal for the History of Science*, 19(3), pp. 243-262.
- Reisch, G. A. (1991). "Did Kuhn Kill Logical Empiricism?", *Philosophy of Science*, 58(2), pp. 264-277.
- Renn, J. (2020). *The Evolution of Knowledge: Rethinking Science for the Anthropocene*. Princeton: Princeton University Press.
- Richards, J.L. (1992). "A Personal Appreciation: Erwin Nick Hiebert. The Harvard Years", in Nye *et al.* (1992), pp. xix-xxiv.
- Rossiter, M.W. (1982). *Women Scientists in America: Struggles and Strategies to 1940*. Baltimore: JHU Press.
- Rossiter, M.W. (1993). "The Matthew Matilda Effect in Science", *Social Studies of Science* 23(2), pp. 325-341.
- Rossiter, M.W. (1995). *Women Scientists in America: Before Affirmative Action, 1940-1972*. Baltimore: JHU Press.
- Rossiter, M. W. (1999a). *Isis*, 90, Supplement, "Catching up with the Vision: Essays on the Occasion of the 75th Anniversary of the Founding of the History of Science Society".
- Rossiter, M.W. (1999b). "Introduction", in Rossiter (1999a), pp. S1-S3.
- Rossiter, M.W. (2012). *Women Scientists in America: Forging a New World since 1972*. Baltimore: JHU Press.
- Rothenberg, M. (2005). "Nathan Reingold, 1927-2004", *Technology and Culture*, 46(2), pp. 479-483.
- Sarton, G. (1916). "The History of Science", *The Monist*, 26(3), pp. 321-365.
- Sarton, G. (1924). "The New Humanism", *Isis*, 6(1), pp. 9-42.
- Sayili, A. (1996). "George Sarton and the History of Science", *Erdem*, 25, pp. 73-115.
- Schofield, R.E. (1999). "'Too Far to Go': Early Years of the Midwest Junto", in Rossiter (1999a), pp. S192-S199.
- Schuster, J.A. (2016). "Review of *Thomas Kuhn's Revolutions: A Historical and an Evolutionary Philosophy of Science?*" by Marcum, J.A., London: Bloomsbury, 2015, *Notre Dame Philosophical Reviews*, May 27, 2016. Available at: <https://ndpr.nd.edu/reviews/thomas-kuhns-revolutions-a-historical-and-an-evolutionary-philosophy-of-science/> (Accessed: August 20th, 2023).
- Shapin, S. (2023). "Review of *Paradigms Gone Wild. The Last Writings of Thomas S. Kuhn: Incommensurability in Science*", edited by Mladenović, B., Chicago: Chicago University Press, 2022, *London Review of Books*, March 30, 2023. Available at: <https://www.lrb.co.uk/the-paper/v45/n07/steven-shapin/paradigms-gone-wild> (Accessed: August 20th, 2023).
- Singer, D. & Singer, C. (1957). "George Sarton and the History of Science", *Isis*, 48(3), pp. 306-310.
- Sokal, M.M. (1999). "The History of Science Society, 1970-1999: From Subscription Agency to Professional Society", in Rossiter (1999a), pp. S135-S181.
- Sokal, M.M. & Erikson, G.E. (1999). "Appendix A: Officers of the History of Science Society, 1924-99", in Rossiter (1999a), pp. S321-S322.
- Stimson, D. (1948). *Scientists and Amateurs, a History of the Royal Society*. New York: Henry Schuman.
- Stimson, D. (1957). "Dr. Sarton and the History of Science Society" *Isis*, 48(3), pp. 283-284.
- Stuewer, R.H. (1992). "A Personal Appreciation: Erwin Nick Hiebert. The Wisconsin Years", in Nye *et al.* (1992), pp. xi-xviii.
- Thackray, A. (1980). "The Pre-History of an Academic Discipline: The Study of the History of Science in the United States, 1891-1941", *Minerva*, 18(3), pp. 448-473.

Wray, K. Brad. (2016). "The Influence of James B. Conant on Kuhn's Structure of Scientific Revolutions", *HOPOS: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science*, 6(1), pp. 1-23.

Note alla Bibliografia

La maggior parte dei libri e degli articoli citati sono reperibili facilmente in rete. Molti sono su presenti JSTOR. La rivista *Isis* della *History of Science Society* ha frequentemente pubblicato delle rassegne e delle celebrazioni, tra queste:

- a. i numeri dedicati a Sarton nel 1957 e nel 1984
- b. il numero dedicato ai 75 anni della *History of Science Society* nel 1999
- c. i quattro dibattiti *Focus*: "Future" nel 2013, "Historiography" nel 2016, "Explanation" nel 2019, "Pedagogy" nel 2020.

Si veda anche il numero 27 di *Osiris* del 2012 dedicato a "Clio meets Science".

I problemi della Storia dell'Astronomia e i rapporti istituzionali con SAIIt e INAF

Ileana Chinnici

INAF Osservatorio Astronomico di Palermo, ileana.chinnici@inaf.it

1. Introduzione

Questo mio contributo intende essere breve e semplicemente offrire degli spunti di riflessione sul tema in esame. Il titolo è emblematico, poiché contiene il termine “problemi”. Questa parola può avere anche un’accezione positiva, nel senso di “sfide”, ma non è questo il nostro caso, dal momento che, come vedremo, l’accezione negativa rimane, cioè i problemi sono problemi, in quanto si può dire fin da subito che emergono scarse prospettive per la Storia dell’Astronomia in Italia.

2. La comunità italiana degli storici dell’astronomia

Partiamo da una prima considerazione generale e guardiamo alla comunità degli storici dell’astronomia oggi (tralasciamo di tratteggiarne la storia, perché è già stata trattata nell’intervento di Pasquale Tucci). Oggi si tratta di una comunità piccola, ragionevolmente attiva, anche se potrebbe esserlo maggiormente, ma che risente della propria esiguità numerica. Da chi è composta questa comunità? Il bacino di afferenza degli storici dell’astronomia è molto limitato. Ci sono storici dell’astronomia nelle Università italiane ma le cattedre di Storia dell’Astronomia sono pochissime su tutto il territorio nazionale e a volte una parte dei programmi di Storia dell’Astronomia si trova nei corsi di Storia della Scienza o Filosofia della Scienza.

Gli storici universitari hanno un doppio profilo: da una parte quelli con una formazione scientifica di base, che sono astronomi o fisici e che fanno ricerca in campo storico; dall’altra, i filosofi o storici della scienza che si interessano di astronomia. Si noti che non sempre queste due componenti dialogano tra loro, almeno questa è l’impressione che si coglie. Una terza componente è formata da insegnanti, collezionisti, astrofili che pubblicano lavori di vario livello, da accademico a divulgativo; il loro è certamente un contributo importante sotto l’aspetto della diffusione della cultura della scienza in modo più capillare nella società.

Questa comunità, così composita, fatica a trovare un ricambio generazionale, perché si è già detto che le cattedre sono poche e quindi mancano dottorandi o giovani ricercatori, che possono rinnovarla o rafforzarne le fila; questo fa sì che essa abbia quindi scarsa visibilità, anche sul piano nazionale. Alcuni problemi sono inoltre comuni con quelli della Storia della Fisica (si veda l’intervento di Fabio Bevilacqua) come la valutazione dei lavori di ricerca storica, ecc.

3. La produzione scientifica

C’è poi anche un problema legato alla produzione scientifica, poiché la pubblicazione di libri o articoli di Storia dell’Astronomia è abbastanza limitata e generalmente rivolta a lettori di lingua italiana, per cui manca la visibilità sul piano internazionale. Scarseggiano le pubblicazioni in lingua inglese su riviste scientifiche specializzate, ed è piuttosto ridotto il contributo italiano nei dibattiti della comunità internazionale degli storici dell’astronomia.

Va detto che molto diversa è invece la situazione all’estero, dove vi è una comunità vivace e propositiva. Ne sono prova le varie liste di discussione, da *Hastro-L* (nata nell’ambito dell’Università

di Bonn) ad ATS (gestita dall'*Antique Telescope Society* negli USA, ma aperta a tutti gli storici, dove è presente una componente importante di astronomi amatoriali che producono studi di un certo interesse), poi anche RETE (gestita dall'*History of Science Museum* dell'Università di Oxford), che riguarda gli strumenti storici scientifici in generale, ma dove la componente di storici dell'astronomia è piuttosto attiva e in genere molto qualificata. All'estero, dunque, la composizione della comunità degli storici dell'astronomia è molto più variegata e visibile.

4. I rapporti con INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica)

Per quanto riguarda i rapporti con INAF e SAIIt si possono fare le seguenti considerazioni. L'INAF è un ente di ricerca astrofisica; è quindi centrato su attività di ricerca moderna in campo astronomico, e non prevede esplicitamente al proprio interno spazi specifici per la ricerca storica. Tuttavia ha inserito nel proprio statuto la tutela e valorizzazione dell'incommensurabile patrimonio storico-astronomico che custodisce, e quindi indirettamente questo dà diritto di cittadinanza alla ricerca storica in INAF, dal momento che nessuna azione di tutela e valorizzazione è possibile senza uno studio storico previo, anche se non sempre questo aspetto viene colto come attività di ricerca. Sono stati finanziati alcuni progetti (*AStrum* nel 2009, *Starlight* nel 2014, *Cosmic Pages* nel 2019) negli ultimi anni, ma il prezzo da pagare è quello di passare sempre per il canale della divulgazione, attingendo ai fondi per l'outreach – di solito abbastanza consistenti – per cui si fa fatica a vedere riconosciuta la ricerca storica come ricerca a tutti gli effetti. I rari progetti storici sono quindi finanziati solo se hanno una finalità divulgativa e che dia visibilità all'ente (non a caso, tutti i progetti sopra menzionati prevedevano l'allestimento di mostre, reali e/o virtuali).

Questa confluenza nel calderone della divulgazione ovviamente non giova alla ricerca storica, che scompare in mezzo alle tante iniziative di divulgazione ed è costretta a competere quanto alle risorse disponibili. Soprattutto, come già detto, è faticoso ottenere il riconoscimento dell'attività di ricerca storica come attività di ricerca, e quindi la valutazione sui lavori pubblicati. Personalmente, come ricercatrice INAF ho vissuto esperienze grottesche per quanto riguarda, ad es. la VQR o altri parametri, con esclusioni arbitrarie, interventi “ad hoc”, ecc.

Analoghi problemi incontra la piccola e attiva, ma a volte timida, comunità di tecnologi che in INAF è stata stimolata alla ricerca storica dalla presenza di collezioni storiche nei propri Osservatori. Tra i vari enti di ricerca, in Italia e all'estero, grazie al lungo lavoro di ricerca, catalogazione e restauro svolto nei decenni passati proprio dagli storici dell'astronomia, INAF può oggi vantare una posizione di avanguardia nella valorizzazione del proprio patrimonio storico, sia museale, sia librario e archivistico. A partire dal progetto “Specola 2000” per il riordino degli archivi degli Osservatori, finanziato dal MIUR, si è man mano proceduto ad una progressiva digitalizzazione di una significativa parte del patrimonio, oggi disponibile online sul portale INAF “Polvere di Stelle”. Manca tuttavia un piano strategico per questo patrimonio, in ragione delle inadeguate risorse umane e finanziarie disponibili.

5. Il ruolo della SAIIt (Società Astronomica Italiana)

Riguardo alla SAIIt, va detto che essa ha avuto un ruolo molto importante nella promozione degli studi di Storia dell'Astronomia. In passato per molti anni è stato attivo addirittura un gruppo di lavoro che si è occupato di queste problematiche, ma soprattutto la SAIIt ha sempre offerto alla comunità degli storici dell'astronomia un organo importantissimo e cioè il *Giornale di Astronomia*, dove molto spazio è sempre stato dato alle pubblicazioni di storia, oltre a quelle di didattica e divulgazione.

Senza altro il *Giornale di Astronomia* è stato ed è oggi la vetrina principale della ricerca storica astronomica in Italia, lo spazio dove essa ha più visibilità, certamente grazie anche all'impegno di

Fabrizio Bònoli, che da anni lo cura con grande dedizione. Se sfogliamo le pagine del *Giornale di Astronomia* troviamo uno spaccato della comunità di storici presente in Italia, con contributi provenienti dalle sue varie componenti già prima menzionate, ovvero astronomi, storici o filosofi della scienza, insegnanti, astrofili.

6. Questioni aperte

In questo quadro abbastanza problematico è lecito chiedersi: qual è il futuro della Storia dell'Astronomia in Italia? Sicuramente è un interrogativo preoccupante per la comunità scientifica, che si trova di fronte ad una situazione di grande incertezza.

Allo stato attuale, infatti, è difficile assicurare una continuità alle ricerche storiche finora svolte con un ricambio generazionale; occorre forse crescere nella visibilità internazionale, pubblicare di più in inglese e su riviste specializzate, e avere il coraggio di lanciarsi in progetti europei, per esempio, che possono assicurare risorse finanziarie e umane adeguate almeno per alcuni anni. Questo permetterebbe almeno di formare dei giovani studiosi di Storia dell'Astronomia, dato che diversi di loro sono andati all'estero a perfezionarsi e lì sono rimasti, anche se permarrrebbe il problema di offrir poi loro una prospettiva di carriera che in questo momento non esiste.

Abbiamo visto come, al problema generazionale e a quello della ridotta visibilità internazionale, si affianca il problema del riconoscimento della ricerca storica all'interno della ricerca scientifica e della valutazione di tale tipo di ricerca, nonché le difficoltà di dialogo e di scambio tra le varie componenti della comunità degli storici, che risulta quindi poco coesa.

Mi limito infine solo a menzionare quello che è il mondo dell'Archeoastronomia, ancora più variegato, diversamente strutturato, organizzato in società, con forti legami col territorio; non mi ritengo tuttavia competente in questo ambito e non entro quindi nel merito delle sue problematiche, che immagino siano in parte sovrapponibili, ma in larga parte diverse da quelle della Storia dell'Astronomia.

In definitiva, in questo intervento, ho provato a offrire degli spunti di riflessione per il nostro dibattito, in modo da valutare insieme eventuali proposte con cui la SISFA potrebbe incrementare e dare maggiore visibilità agli studi di Storia dell'Astronomia, incoraggiare le nuove generazioni ad occuparsi di questo tipo di ricerche, valorizzare ciò che già si sta facendo in questo campo.

Fondamenti e Storia delle Teorie Fisiche

Antonino Drago

Università degli studi di Napoli "Federico II", drago@unina.it

1. Distacco della filosofia dalla scienza a causa della matematica

Entriamo *in medias res* con la domanda: quale è la novità essenziale della scienza moderna? Si noti che la risposta c'è ed è chiara: *la scienza moderna è nata dalla congiunzione della conoscenza della realtà tramite esperimenti, e la matematica, che traduce con precisione idee-ipotesi su quella realtà*. I filosofi antichi non hanno affatto anticipato questa congiunzione, sicuramente non di tipo causale o meccanico; non Platone, che idealizzava la matematica separandola dalla realtà – “il Dio geometrizza” mentre gli uomini vedrebbero solo le “ombre” di quella realtà, l'unica vera – né Aristotele, che non concepiva una matematica che precostituisse la realtà. Troppo idealista era il primo e troppo realista era il secondo.¹ I filosofi moderni non hanno saputo trovare una risposta al problema del ruolo della matematica nella scienza moderna, a incominciare da Bacone che non la teneva presente, mentre viceversa il matematico Cartesio non aveva chiaro il metodo sperimentale. Dopo di loro, Kant ha creduto di risolvere il problema di che cosa sia una legge fisica con una delle quattro combinazioni tra analitico/sintetico e a priori/a posteriori. Ma in definitiva questo nodo intellettuale è sfuggito alle competenze dei filosofi, salvo Leibniz.²

La maggior ragione di questa mancata risposta è il fatto seguente, espresso un secolo fa icasticamente da Edwin A. Burt: “Gli scienziati, nella misura in cui hanno potuto, hanno spurgato la scienza da ogni metafisica; ma per quel poco di metafisica che c'è rimasta, l'hanno usata come chiave di volta per interpretare l'universo” (Burt, 1924, p. 303).

La metafisica residua indicata da Burt è chiara quando la riconosciamo all'interno della matematica del tempo: infatti gli irrazionali (si noti il nome) e gli infinitesimi non sono nati dalla realtà, ma da elaborazioni astratte, anche metafisiche. Che all'inizio della scienza moderna la matematica fosse trasfigurata dalla metafisica lo indica il fatto che per un secolo si è discusso sia se l'infinitesimo fosse uno “zero” e quale tipo potesse essere, sia se in presenza di infinitesimi la uguaglianza di una formula matematica valesse ancora. È celebre la risposta di Jean D'Alembert ad un dubbioso sui fondamenti di questo tipo di matematica: “Calcolate, calcolate, la fede [in essa] vi verrà!”.

Di fatto, Newton non ebbe remore ad introdurre la metafisica nelle sue idee di spazio e tempo dichiarati assoluti, di forza considerata come causa, perché si sentiva giustificato non solo da una metafisica filosofica che in quel tempo era accettata da molti, ma anche da una metafisica intrinseca alla matematica da lui usata. Ne ebbe anche una verifica dalla onniscienza dei risultati ottenuti con quella matematica: interpretando i raggi luminosi come traiettorie di corpuscoli massivi, egli riuscì a

¹ Si può casomai pensare ad Archimede (287 a.C. circa - Siracusa, 212 a.C.). Certamente egli è stato molto importante per noi moderni, ma nella cultura scientifica ellenica del suo tempo era un isolato.

² Per questioni di spazio posso solo accennare alla chiarezza con cui Leibniz distingue nettamente il livello metafisico da quello fisico, laddove “i fatti debbono essere spiegati con i fatti” egli dichiara che non si devono introdurre idee matematiche improprie, quali gli infinitesimi, nei fondamenti di una teoria fisica. Le critiche poco appropriate di Kant, e le ridicolaggini di Voltaire, lo hanno emarginato dal corso storico della filosofia della conoscenza. Successivamente la nascita della termodinamica, basata sulle idee leibniziane dell'unità delle “forze”, dalla conservazione della energia e dai corpi elastici, e la relatività ristretta di Einstein – il quale, come Leibniz, rifiutava spazio e tempo assoluto, e si basava sulla relatività del moto e gli invarianti – hanno rivalutato il suo programma di una teoria alternativa alla meccanica newtoniana (Drago, 2004). In effetti Lazare Carnot ha realizzato il suo programma un secolo dopo (si veda la Prefazione di Drago in Carnot, 1996).

ridurre anche l'ottica alle equazioni della sua teoria meccanica. Con ciò *la meccanica di Newton, fondata sulla matematica avanzata e la sua metafisica, monopolizzò tutta la fisica teorica.*

Il risultato storico di Newton fu triplice: 1) basare la fisica su una matematica contenente una sua *metafisica*, con in più una più o meno dichiarata metafisica della fisica; 2) *monopolizzare la fisica teorica* con la sua meccanica; 3) stabilire con ciò un *paradigma* che è persistito a lungo nella successiva scienza; dove per “paradigma” intendo un complesso di scelte anche filosofiche, preconstitutive della realtà fisica; in particolare, la apparentemente inevitabile metafisica degli infinitesimi.

Successivamente le idee metafisiche che erano rimaste dentro la matematica avanzata degli infinitesimi hanno dato la direzione di lavoro per costruire la struttura stessa della scienza moderna. Questa metafisica newtoniana era del tutto inaspettata dagli empiristi che vedevano nella scienza una novità solo operativa, determinata dai soli fatti; o dai razionalisti che vi vedevano l'applicazione di una metafisica che nulla aveva a che fare con la sperimentazione fisica; o da chi vi vedeva uno strumento di democrazia, in mano a tutti gli uomini. In più essa è rimasta coperta dai calcoli formali astratti della matematica, che facevano barriera ad ogni analisi critica dei filosofi. Perciò Burt ha indicato bene la difficoltà sulla quale la tradizione filosofica è rimasta bloccata.

2. Nuove teorie al di fuori del monopolio teorico newtoniano

Ma altri fisici hanno costruito proposte valide per avvicinare la soluzione del problema dei fondamenti della scienza.

La rivoluzione francese fu preparata dalla *Encyclopédie* di Denis Diderot e Jean-Baptiste Le Rond d'Alembert; la quale metteva in questione anche la scienza newtoniana: ad es. nella voce “Elémens” d'Alembert ha espresso una precisa critica all'organizzazione teorica di tipo deduttivo, essa “costruisce una rete di deduzioni, che però lascia sempre dei buchi” (d'Alembert, 1754); questa osservazione è una anticipazione intuitiva del teorema di Kurt Gödel del 1930. Perciò egli auspicò una organizzazione teorica alternativa, tuttavia indicata con il solo aggettivo “empirica”.

Durante la rivoluzione francese la marcia trionfale della fisica newtoniana ricevette una forte opposizione anche popolare, sulla base degli slogan: invece della scienza celeste, la scienza terrestre; invece della scienza astratta, la scienza per noi.³

Di fatto, il paradigma newtoniano non si estendeva facilmente a tutti i fenomeni fisici. Il calore era un grosso problema teorico: non si riusciva a capire né la sua natura – se fosse moto di particelle o fluido addirittura immateriale – né i suoi effetti rispetto al lavoro. Inoltre i fisici che studiavano i fenomeni elettrici e magnetici erano immersi in una problematica del tutto nuova: pochissimi di quei fenomeni producevano sensazioni corporali e quasi tutti fuoriuscivano dagli usuali schemi intellettuali newtoniani. Per trovarne una teoria furono inventati nuovi tipi di fluidi meccanici, ma tutti risultarono insufficienti.

Allora nacquero teorie alternative al paradigma newtoniano, anche perché antimetafisiche. In matematica, Joseph-Louis Lagrange è diventato famoso per aver eliminato ogni metafisica dal calcolo infinitesimale: l'aveva sostanzialmente ridotto al calcolo delle serie di Taylor delle funzioni. Nello stesso anno, 1797, anche Lazare Carnot pubblicò un famoso libro sull'argomento, esso riconduceva tutte le idee basilari di quella matematica a concetti solo operativi.

In fisica, nel 1783 il medesimo Lazare Carnot pubblicò una nuova formulazione della meccanica. Essa faceva a meno di spazio e tempo assoluti, e quindi era basata sulla relatività dei moti, e della forza-causa da lui dichiarata “concetto metafisico e oscuro”; usava non il calcolo infinitesimale, a parte le applicazioni, ma una matematica ridotta, quella algebrico-trigonometrica, che egli riteneva

³ Gillispie (1959a) è il più esteso, ma meno caratterizzante di Gillispie (1959b).

derivata dall'esperienza. La sua teoria per la prima volta risolveva correttamente il problema dell'urto dei corpi ed era basata sul principio operativo dei lavori virtuali, secondo una organizzazione teorica "empirica", di cui egli seppe illustrare sommariamente il modello in alternativa a quello della organizzazione deduttiva (Carnot, 1783, pp. 101-103). Nel 1788 Lagrange fondò, pur usando qui la matematica dominante, quella degli infinitesimi, una ulteriore formulazione della meccanica, basata non sulla equazione newtoniana $F = ma$, ma esplicitamente sul suddetto principio, da lui dichiarato il vero principio basilare della teoria di un sistema meccanico che includea vincoli.

Nello stesso anno della rivoluzione politica, il 1789, Antoine-Laurent Lavoisier pubblicò il suo libro principale, nella cui prefazione ha scritto di voler compiere "una rivoluzione scientifica". Quale? In precedenza Newton, concependo la forza gravitazionale come forza universale e quindi tale da rappresentare anche i legami chimici, aveva indirizzato all'insuccesso un secolo di ricerche dei chimici. Lavoisier abbandonò quest'idea e piuttosto si interessò ai soli fatti sperimentali: reazioni chimiche di analisi e sintesi, valutate sulla base di una sola legge di natura sperimentale, quella della conservazione della massa. Inoltre la sua teoria, tutt'altro che deduttiva, mancava della geometria ed usava la matematica dei soli numeri razionali.

Quindi in questo periodo c'è stata una vera rivoluzione scientifica e filosofica, nella quale Lazare Carnot e Lagrange hanno convissuto, nella stessa città e scuola, con il dominatore scientifico, il newtoniano Laplace. Le nuove teorie fisiche, basandosi su idee molto diverse da quelle della meccanica newtoniana ed avendo una diversa organizzazione teorica deduttiva ed un diverso rapporto con la matematica, hanno rotto il monopolio teorico della meccanica newtoniana sulla scienza. Inoltre, assieme alle nuove interpretazioni dell'analisi matematica, hanno fatto a meno della metafisica newtoniana quasi in analogia con la caduta dell'aristocrazia e del suo potere assoluto nella Francia del tempo. Tuttavia la metafisica comunque venne mantenuta perché sembrava indispensabile per assicurare le ancora dominanti teorie del paradigma newtoniano.

3. La Restaurazione politica e la restaurazione scientifica

La Restaurazione politica comportò una organizzazione sociale autoritaria anche della scienza. Furono fondate Società degli scienziati delle varie discipline scientifiche; esse li hanno strutturati all'interno di precisi ruoli professionali. Per la prima volta lo scienziato non ebbe più una sua indipendenza politica (Ben David, 1975).

Allora le neonate teorie scientifiche alternative al paradigma newtoniano furono emarginate come la meccanica di L. Carnot, mentre la meccanica di Lagrange e poi quella di Hamilton furono considerate solo facilitazioni tecniche delle applicazioni della teoria newtoniana. Solo la chimica di Lavoisier, pur molto osteggiata, resistette. In effetti, essa aveva dalla sua parte una importante professione tradizionale, quella dei farmacisti, i quali mantenevano una autonomia di giudizio dalla accademia.

Durante la Restaurazione nacquero ulteriori teorie alternative al paradigma newtoniano. Ma esse ebbero vita molto difficile, tanto da rischiare di non sopravvivere. Le opere matematiche di Nicolai I. Lobacevsky sulla geometria non euclidea e sulla rifondazione operativa dell'analisi infinitesimale erano soggette alla censura di Serghei Magnitskij, poi chiamato a Mosca come restauratore per tutta la Russia. Interventi censori erano rivolti anche ai libri per le scuole elementari. La prima pubblicazione di Lobacevsky sulla nuova geometria, che era senza la metafisica euclidea, fu su un giornale locale, la seconda su una rivista occidentale nel 1840, ma passò inosservata. Nel 1840 a Berlino pubblicò un libretto, ma solo Karl Friedrich Gauss se ne accorse e lo fece nominare accademico di Gottinga, ma senza conseguenze. Anni dopo Gauss riuscì ad imporre allo studente Bernhard Riemann una tesi sulle geometrie non euclidee e quando nel 1854 questi la discusse, Gauss uscì dall'aula delle tesi fregandosi

le mani in quanto sull'argomento lui, il *princeps mathematicorum*, nulla aveva pubblicato, perché, come scrisse ad un amico, temeva "le strida dei Beoti".

La termodinamica di Sadi Carnot, priva di metafisica anche per ipotizzare la natura del calore e fondata con la sola matematica elementare, fu recensita dall'Accademia delle Scienze, ma fu poi ignorata per 25 anni. Sui fenomeni elettrici e magnetici Michael Faraday, che non voleva la matematica avanzata in fisica, propose idee molto innovative rispetto al paradigma newtoniano, ad es. voleva la unità tra elettricità e magnetismo. Ma la diffidenza verso i suoi lavori fu tale da causargli un grave esaurimento nervoso.

Di fatto l'accademia riproponeva il monopolio teorico del newtonianesimo anche davanti alle nuove teorie fisiche, che allora venivano annullate o assimilate ad esso. Anche la sua metafisica veniva mantenuta, ma ridotta a quella indispensabile dei concetti fondamentali della meccanica, benché nella nuova teoria Meccanica razionale si cercasse di fare a meno anche di essi, mettendo a fondamento quanto più possibile quelli dell'analisi infinitesimale, con tutta la metafisica di questa matematica.

Come reazione all'atteggiamento metafisico dominante, prima e durante la Restaurazione, molti scienziati circoscrissero la scienza ad un ambito strettamente controllabile, per quanto esso fosse ridotto: nacque l'opposizione filosofica del positivismo, che per negare drasticamente ogni metafisica, non accettava qualsiasi cosa sopravanzasse il dato positivo. In particolare, anche sull'esempio della teoria Chimica che aveva drasticamente ridotto la matematica a quella elementare, molti scienziati consideravano la matematica avanzata come portatrice di una filosofia impropria ad una teoria scientifica; e quindi riducevano la matematica ad uno strumento il più semplice possibile. Essi, pur senza l'aiuto di filosofi che comprendessero la scienza, di fatto così percepivano l'origine ultima delle difficoltà: la matematica avanzata includeva idee non controllabili scientificamente.

4. Chiari e scuri nella seconda metà del secolo XIX

In questo nuovo periodo, caratterizzato socialmente dalla salita della borghesia al potere statale, sono state ammesse le teorie scientifiche anti-newtoniane del passato e ne sono emerse di nuove.

In matematica sono state riconosciute le geometrie non euclidee già nate da tempo; con esse la geometria euclidea ha perso il suo antico ruolo di teoria matematica fondativa di tutta la scienza. La analisi infinitesimale è stata ridotta – da Cauchy, Dedekind e Weierstrass – ad una tecnica ritenuta senza metafisica.⁴

Soprattutto sono state riconosciute teorie fisiche non conformi al paradigma newtoniano. Nel 1811 è stato scoperto il fenomeno della polarizzazione, che sconfessava l'ipotesi corpuscolare di Newton; la forza scientifica di questo dato sperimentale impose di considerare la teoria dell'ottica in maniera indipendente; ciò *ruppe definitivamente il monopolio teorico della meccanica newtoniana sulla fisica teorica*.

Nel 1850 è nata la termodinamica che ha introdotto, come inevitabile, la conservazione della energia e quindi ha recuperato il modello leibniziano del corpo elastico; con il quale finalmente nacque la teoria cinetica dei gas, che, si noti, era stata anticipata dal leibniziano Daniel Bernoulli un secolo prima. La termodinamica ha costretto la filosofia meccanicista a confrontarsi con la limitazione della impossibilità del moto perpetuo. Inoltre essa non aveva più la forza-causa (la forza è solo una

⁴ Essa è detta "rigorosa" perché alla fine, nel 1870, eliminò gli ormai impresentabili infinitesimi. Ma non eliminò la metafisica: essa vuole definire un valore limite con una serie di sempre più piccoli intervalli di approssimazione; cosa impossibile in generale, a meno di un salto idealistico da intervalli, ognuno delimitato da *due* punti estremi, ad *un* singolo punto, sulla base dell'illusione ottica di due binari che all'infinito sembrano incontrarsi e così realizzare una convergenza effettiva dei due punti di un intervallo. Per cui anche dopo questa riforma la metafisica del calcolo infinitesimale persistette in una forma semplicemente più nascosta; e tuttora persiste nella didattica universitaria.

componente del concetto di pressione), ma un concetto fisico alternativo, la trasformazione tra stati del sistema.

Inoltre nel 1858 James C. Maxwell formulò una teoria dei fenomeni elettrici e magnetici che inglobò tutto il precedente lavoro di Faraday in una formulazione matematica pienamente rispondente ai fenomeni, però secondo una nuova concezione metafisica dove lo spazio è riempito da vortici. I suoi concetti e le sue leggi erano molto diversi da quelli newtoniani; ad es., la forza aveva perso il carattere di concetto metafisico: era mischiata con la geometria nel concetto basilare di campo di forze. L'intera teoria sembrava ripetere alcune caratteristiche fondamentali (soprattutto la matematica avanzata) del newtonianesimo; ma ne aveva altre molto diverse: calcolo vettoriale, campo di forze, dipoli, induzione, congiunzione tra elettricità e magnetismo, ecc.

La Chimica divenne finalmente una teoria autosufficiente mediante la classificazione di tutti gli elementi della materia: la tabella di Mendeleev proposta nel 1869. Mentre i fisici sostenevano pervicacemente, sulla base della metafisica newtoniana di spazio e tempo, l'esistenza di una sostanza, l'etere, che doveva avere proprietà fisiche assurde, Mendeleev prevede con precisione quattro nuovi elementi della materia. Ma anche questi risultati straordinari non diedero a questa teoria, così diversa dal paradigma newtoniano, il diritto di essere considerata una vera teoria: fu posta a latere delle teorie fisiche.

Infine, la teoria termodinamica rivelò la sua intera portata antinewtoniana quando nel 1897 Planck liberò il concetto di entropia dal rappresentare una semplice variante di quello di energia e lo valorizzò, assieme alla irreversibilità, come concetto cruciale della teoria, del tutto opposto alla reversibilità, temporale e metafisica, della meccanica newtoniana.

Dopo il 1850, a causa del sorgere delle nuove teorie tornò a manifestarsi pubblicamente il conflitto col paradigma newtoniano. Un gruppo di termodinamisti, forti della nuova legge veramente universale della conservazione della energia, suggerita da Leibniz, lanciò il programma di rifondare su di essa tutta la teoria meccanica. Ne scaturì una forte polemica con schieramenti anche nazionalistici. Il chimico tedesco Ostwald, forte del primo rapporto scienza-industria-società, guidò la rivolta degli Energetisti rispetto ai Meccanicisti, al punto da voler imporre a tutti gli scienziati la scelta a favore di questa concezione al convegno di Lubeca del 1895; la sua richiesta spaccò la intera comunità degli scienziati del tempo tra favorevoli e contrari. Nella direzione opposta, Boltzmann perseguì tenacemente il programma di ridurre la termodinamica alla meccanica newtoniana. Questa loro battaglia fu l'ultima in nome di opposte metafisiche, che erano destinate a essere definitivamente abbandonate di lì a pochi anni.

Gli Energetisti, accusati di essere sprovveduti perché ignoranti della matematica avanzata, non riuscirono a detronizzare lo schema teorico newtoniano anche perché il quadro generale della fisica teorica era ora dominato, nonostante la matematica semplice della termodinamica, dalla potenza della analisi infinitesimale; tanto che nacque la fisica-matematica, che voleva prevedere nuovi campi di fisica e nuove leggi fisiche studiando intensivamente tutte le possibili equazioni differenziali e le loro soluzioni. I Meccanicisti furono travolti dalla nascita della relatività ristretta.

5. La filosofia della scienza attorno all'inizio del secolo XX

Lo sforzo teorico degli scienziati, trovando libero il campo della filosofia che poteva sorgere dalle nuove teorie, ha provato a produrre "filosofie spontanee", ma non in Inghilterra, che restava newtoniana. È un fatto eccezionale che dalla tendenza filosofica antimetafisica, di solito radicale e anche iconoclasta, sia sorto un equilibrato scienziato-epistemologo, Ernst Mach, che, sapendo maneggiare la matematica, almeno quella dei primi livelli del calcolo infinitesimale, è andato a fondo di tanti problemi; in particolare, ha fornito una interpretazione completa della fisica teorica. A lui dobbiamo profonde analisi filosofiche della meccanica e della termodinamica, rimaste senza pari per

quasi un secolo (Mach, 1883; Mach, 1896). Più avanti, il matematico Federigo Enriques ha costruito, nonostante la derisione del filosofo idealista Benedetto Croce, una concezione epistemologica che ha un notevole livello di profondità. Un'altra importante concezione è stata offerta dal matematico e fisico Poincaré; egli ha esposto le sue riflessioni in conferenze divulgative, poi raccolte in splendidi volumetti.

Tutto ciò ha illuminato i concetti, le tecniche e le teorie della scienza fino a far credere ad alcuni di averne individuato anche i fondamenti. Mach ha posto alla base della fisica teorica “la economia della mente”, la quale generalizzava il principio fisico di minima azione al lavoro della mente umana; però la sua era una idea solo filosofica, senza appoggi empirici. Henri Poincaré ha elencato i principi essenziali della fisica teorica (Poincaré, 1904); che però l'anno dopo furono rivoluzionati.

Nel primo '900 la rivoluzione delle nuove teorie (relatività ristretta, teoria dei quanti) della fisica fu così profonda e precisa che ogni metafisica fu deliberatamente allontanata da tutta la scienza. Ma nello stesso tempo anche la filosofia positivista fu sopravanzata; infatti le nuove idee della nuova scienza – lo spazio-tempo, l'invisibile divisione della luce in quanti, ecc. – sopravanzavano di gran lunga i dati empirici. Allora fu evidente che il positivismo classico era inadeguato; si dovette accettare che la scienza include, oltre i dati positivi, anche le idee. I neo-positivisti logici del Circolo di Vienna crederono di aver trovato l'avanzamento necessario introducendo la logica, beninteso quella classica, che nel frattempo era diventata matematica e quindi mostrava una certezza assoluta, alla pari dei dati sperimentali. Ma la novità non riuscì ad esprimere neanche quelle minime formule matematiche che sono essenziali alla fisica teorica, ad es. il concetto di pressione, come rapporto matematico di forza su superficie. Dopo circa un decennio, essi, in particolare Rudolf Carnap, dichiararono apertamente di non essere riusciti nella loro impresa. Proseguirono in una opera di ripensamento generale della scienza, senza però saper riformulare il loro progetto iniziale. Piuttosto, divenne importante una altra loro idea. Essi sostenevano che ogni proposizione è scientifica quando è verificata dai fatti sperimentali (più la logica); Karl Popper ribaltò la tesi: sostenne che una proposizione è scientifica quando è fallibile a causa di risultati sperimentali, ovviamente quelli che la confutano, mentre una proposizione è metafisica quando non ha la possibilità di essere confutata dagli esperimenti.

In definitiva, l'ulteriore tentativo – si noti collettivo! – di affrontare la scienza da un punto di vista filosofico è riuscito appena a suggerire, indirettamente, un criterio di scientificità, ma non la struttura della scienza.

6. La “Nuova storiografia”

Piuttosto, sono stati gli storici della scienza di quel tempo a compiere un avanzamento sorprendente per la profondità dei loro risultati. Dagli anni '30 è nata “La nuova storiografia”. Di essa è sufficiente considerare i suoi due massimi esponenti.

Alexander Koyré ha caratterizzato la sua analisi storica con due frasi filosofiche che vogliono cogliere sinteticamente quella “rivoluzione nella concezione dell'Essere stesso”, rappresentata dalla nascita della scienza moderna; e che egli ripete, in forma simile, in quasi ogni suo scritto: “Dissoluzione del cosmo e Geometrizzazione dello spazio”; dove le parole “geometrizzazione dello spazio” alludono all'uso intensivo di quella analisi infinitesimale che aveva introdotto la conoscenza umana alle leggi di tutto l'Universo, e finalmente indicano quella congiunzione essenziale che costituisce la scienza moderna.

Ha quindi spiegato la nascita della scienza moderna con il concetto di infinito; lo dice con chiarezza il titolo del suo libro più famoso: *Dal Cosmo chiuso all'Universo infinito* (Koyré, 1957).

Ma in realtà egli è stato ancor più profondo, in quanto ha distinto tra i due tipi di infinito. Infatti la frase che più sintetizza il suo pensiero su questa nascita è la seguente: “Galilei spiega la realtà con l'ideale... Descartes e Newton con l'impossibile... Galilei non lo fa” (Koyré, 1966, p. 276). Qui è

racchiusa tutta la differenza tra l'applicare o solo l'infinito potenziale, come fa Galilei, oppure, come fanno gli altri due, anche l'infinito in atto, che non è un limite della realtà, ma la trascende come concetto separato da essa.

Thomas S. Kuhn si è lanciato verso un obiettivo molto più ambizioso di quello di Koyré: realizzare la prima visione d'insieme, in termini interpretativi, della storia di tutta la fisica, almeno di quella classica. Anche Kuhn (1969) appartiene alla "nuova storiografia" perché ha la sua preconcezione filosofica, che però è del tutto diversa da quella di Koyré: le sue categorie ignorano il rapporto fisica-matematica, mentre invece dichiarano apertamente un rapporto scienza della natura-scienze sociali: le sue categorie sono non solo concetti scientifici (scienza normale, anomalia, incommensurabilità), ma anche concetti scientifici con significati anche sociali (paradigma, *Gestalt*, rivoluzione) e infine un concetto solo sociologico (comunità degli scienziati). È con queste categorie che egli nel titolo del libro ha potuto promettere di trattare le rivoluzioni scientifiche. Di fatto ha analizzato quella che è nota come la "rivoluzione chimica", che però sappiamo bene non aver avuto effetti sulla fisica teorica, così come risulta anche dal suo racconto. La rivoluzione più importante della Storia della Fisica, quella dei quanti, è rimasta fuori.

La progressione positiva e quasi gloriosa che Koyré e Kuhn sembravano aver avviato, ha avuto una rovinosa battuta d'arresto nel 1978, quando il secondo ha pubblicato un libro sul caso di studio a cui il suo precedente libro sembrava preparare e che comunque in fisica teorica rappresenta la rivoluzione scientifica per eccellenza: la rivoluzione dei quanti (Kuhn, 1978). Egli non l'ha saputa spiegare. Inoltre i concetti basilari di Kuhn erano già stati criticati radicalmente. L'accusa basilare alla storiografia delle rivoluzioni scientifiche è stata: "Irrazionalismo", perché assoggetta la comunità degli scienziati a improvvisi cambiamenti che essa non sa spiegare.

Si sarebbe potuto retrocedere alla storiografia di Koyré. Ma anche questa aveva subito critiche, sia pure meno distruttive: Koyré è un idealista platonico, perché vede nella matematica una idealizzazione che trascende la realtà, tanto da snaturare anche lo sperimentalismo di Galilei. Anche se i filosofi potrebbero apprezzare questa sua storia, gli scienziati debbono rifiutarla.

Cosicché, dopo la sconfitta di Kuhn sui quanti, tutta l'evoluzione della "nuova storiografia" è sembrata aver imboccato un vicolo cieco. Non a caso dagli anni '80, a partire dal libro di Helge Kragh del 1989, si è iniziato a enfatizzare la professionalità dello storico della scienza. Questa nuova professionalizzazione è stata conformata ai criteri della tradizionale storiografia umanistica per quel poco che un umanista può applicare ad una materia che in gran parte gli sfugge, la Storia della Scienza. Con ciò l'autonomia che la Storia della Scienza aveva acquistato con le grandi sintesi di Koyré e di Kuhn è stata persa. Ad essa è stato assegnato un ruolo subordinato nella tradizionale gerarchia accademica della storia in generale: "una delle tante storie specialistiche"; il che è insoddisfacente non solo per la conseguente svalutazione delle novità di Koyré e Kuhn, ma anche perché gli storici in generale non hanno un loro quadro di riferimento: da più di due secoli non hanno ancora raggiunto una comune interpretazione della rivoluzione francese e quindi di tutta la storia successiva.

7. L'insuccesso della fisica moderna nello spiegare i suoi fondamenti

Essendo stati abbandonati dalla tradizionale filosofia della conoscenza ed avendo loro abbandonato la metafisica newtoniana, gli scienziati del '900 si sono dovuti affidare a solo le loro ricerche per far progredire la ricerca dei fondamenti della scienza. Esaminiamo il lavoro che essi hanno compiuto in proposito⁵.

⁵ Non c'è spazio per ricordare la crisi esistenziale – detta "delle antinomie" – avvenuta nella matematica del primo '900; crisi avvenuta a causa dell'uso che era invalso dal 1800, nonostante la contemporanea riforma dell'analisi infinitesimale che ha ripudiato gli infinitesimi, di utilizzare il concetto dell'infinito in atto. Alla maggioranza dei matematici è sembrato che la

Da quando nel 1905 è nata la relatività ristretta, tutta l'attenzione è stata focalizzata sui suoi concetti basilari che detronizzavano quelli del paradigma newtoniano. Allora il problema di trovare i fondamenti della fisica è diventato: qual è la portata fondazionale dei nuovi concetti (spazio-tempo, sistemi di riferimento, invarianti, ecc.)? Questa attenzione ai concetti è diventata ancora maggiore con la nascita della meccanica quantistica che ne ha proposto di sbalorditivi. Tutti questi concetti erano forse i nuovi fondamenti della fisica a venire?

La nascita della relatività è stata un colpo di genio sia di Einstein sia di Poincaré, due tra i massimi scienziati di tutti i tempi. La nascita della meccanica quantistica invece è il risultato di un lavoro intellettuale straordinario nella storia dell'umanità. È stato il frutto di un lavoro collettivo mai visto prima secondo una progressione sbalorditiva che, partendo da zero, ovvero da un'assenza di matematica e di concetti appropriati, ha costruito una intera teoria fisica e una sua matematica appropriata in soli 25 anni, scanditi da sei scoperte fondamentali, ognuna ogni cinque anni circa (Drago, 2002, tabella III, p. 155). Questa teoria è risultata così tecnicamente precisa che tutt'oggi essa non presenta una discrepanza tra le sue previsioni e i dati sperimentali.

Peccato che solo dopo dieci anni, nel 1936, è stato scoperto che la sua logica è differente da quella classica. È chiaro che questa novità, essendo di tipo fondazionale, richiederebbe l'intera riformulazione della teoria.⁶ E che, comunque, una logica non classica non può essere associata ad una organizzazione teorica deduttiva, le cui derivazioni esatte possono essere gestite solo dalla logica classica; perciò questa nuova logica deve introdurre ad una nuova organizzazione teorica. Di fatto l'odierna ricerca di punta della fisica teorica sembra manifestare questa novità: non ha ottenuto una teoria deduttiva con assiomi che la caratterizzino; ci sono solo grandi problemi, per le cui risoluzioni occorre trovare nuovi metodi teorici con un gran lavoro induttivo, tipico di una logica non classica.

Inoltre è quasi incredibile che la teoria quantistica sia stata formulata basandosi massicciamente sul continuo, benché 1) sia nata a causa della scoperta che tutta la realtà è discreta e 2) sia stata introdotta dall'articolo di Einstein del 1905 che sottolineava una "dicotomia" tra due distinti tipi di matematica in fisica teorica: discreto e continuo, o, per meglio dire, infinito potenziale e infinito in atto.⁷ È chiaro che anche questa dicotomia è fondazionale e perciò tutta la teoria dovrebbe essere riformulata con una nuova matematica, quella del discreto e al più dell'infinito potenziale; il che renderebbe la fisica teorica più adeguata alla realtà sperimentale. Ma solo 35 anni dopo la nascita della meccanica quantistica Markov e Bishop hanno proposto precise formalizzazioni di questa nuova matematica.

Tutto ciò indica che la meccanica quantistica è stata formulata secondo le due scelte tipiche del vecchio paradigma newtoniano: Matematica classica (dell'analisi infinitesimale), e Logica classica, quella che regola una organizzazione teorica deduttiva. In definitiva, con un formidabile sforzo i fisici

soluzione di questa crisi fosse il programma di David Hilbert, che voleva dare fondamento sicuro a tutte le teorie scientifiche assiomatizzandole. Ma nel 1930 Gödel ha dimostrato che il programma era impossibile, a incominciare dalla semplice Aritmetica. Nel frattempo Brouwer aveva lanciato il programma di fondare una matematica alternativa, basandola sulla costruibilità degli enti, cioè sull'infinito solo potenziale. Questo programma ha avuto realizzazioni formali con Andrej A. Markov ed Errett Bishop negli anni '60. Il gruppo dominante dei matematici ha lasciato irrisolto il contrasto dei due tipi di matematica, pur di "allentare" il programma di Hilbert e accettare le due differenti matematiche come varianti solo formali. Analoga irrisolta coesistenza di fondazioni differenti è avvenuta nella Logica matematica, tra quella classica, nata nel 1848, e le tante logiche non classiche nate nel '900; esse sono tutte più deboli, ma sono più vicine alle situazioni reali.

⁶ La scoperta sembra parziale perché tuttora si ricerca alacremente quale sia l'esatto tipo di logica quantistica, senza riuscirci. Tuttavia gli autori della scoperta hanno utilizzato un metodo che esclude a priori la logica intuizionista (Birkhoff & von Neumann, 1936, sect. 17), che invece è proprio quella appropriata ad una organizzazione teorica non deduttiva.

⁷ La dicotomia può essere vista anche nei termini dei due diversi approcci: algebrico e analitico. Nella nascita della teoria quantistica il primo è quello sia di Hermann Weyl sia di Paul A. Dirac e l'altro è quello di von Neumann (spazio di Hilbert). Tuttora è dominante il secondo approccio, benché von Neumann già nel 1935 abbia "confessato" di non credere più che lo spazio di Hilbert sia adeguato ai fondamenti della meccanica quantistica ed abbia poi ricercato intensamente, ma senza successo, delle opportune "algebre", specifiche per lo scopo. Quindi l'approccio più valido alla nuova teoria, a detta dei maggiori teorici, è quello algebrico, oggi rappresentato dal libro, considerato "didattico", di Dirac.

avevano scoperto una nuova, meravigliosa teoria, ma ricadendo nello stesso paradigma, quello newtoniano, che avevano contestato in tanti suoi aspetti. Dopo le novità fondazionali, i fisici teorici, per completare l'allontanamento da quel paradigma newtoniano, avrebbero dovuto fondare la nuova fisica teorica sulle scelte alternative a quelle precedenti. Ma molti fattori hanno scoraggiato i fisici volenterosi: sia le separazioni professionali tra le discipline scientifiche (Fisica, Matematica e Logica), sia gli sfasamenti temporali delle scoperte, sia le loro innovazioni poco attraenti (perché spesso sono state limitative), sia le ambigue valutazioni correnti su di esse, sia la necessità di acquisire una competenza approfondita della così ampia scienza “dura”. Avendo i fisici compiuto nel periodo 1900-1932 un lavoro intellettuale mai visto in precedenza ed avendo per di più esteso le loro indagini a trattare anche nuovi e stupefacenti concetti (relatività, spazio-tempo, quanti, ampiezza di probabilità, onda-corpuscolo, indeterminazione, ecc.), non hanno accettato di lavorare ad un livello ancora superiore di conoscenza teorica, quello che avrebbe comportato lo scegliere il tipo di Logica e il tipo di matematica. Ormai le teorie erano state fatte: troppi erano i risultati tecnici raggiunti e troppi quelli ancora prevedibili per ritornare alla ricerca dei fondamenti. La nuova fisica teorica, che produceva sorprendenti e magnifici risultati, sconsigliava di attardarsi per chiarire un problema che in fin dei conti era stato sempre solo filosofico⁸.

Anzi, è diventata *mainstream* un'acquietante ricostruzione della Storia della Fisica. Essa giustifica le novità della nuova teorizzazione del '900 contrapponendo il meccanicismo del '700 alla sola crisi della fisica del primo '900; ciò lascia nell'oscurità – proprio come ha fatto la storia di Kuhn – la ricchezza di teorie alternative nate prima del '900. Per prima la termodinamica, il cui riconoscimento è stato molto tardivo a causa del suo schema teorico del tutto nuovo. Tanto che successivamente la si è data per interpretata dalla meccanica statistica di Boltzmann, benché le basi di questa teoria siano incerte e insufficienti a capirla veramente (Uffink, 2004, sez. 1.3). Questa ricostruzione fa pensare che il meccanicismo abbia dominato, così come pensava Kelvin, anche il XIX secolo; e non considera la nascita delle teorie alternative durante la rivoluzione francese, la successiva restaurazione scientifica e le conflittualità della seconda metà del sec. XIX.

Che questa narrazione sia insufficiente, lo dimostra il fatto che attorno al 1960 lo strumento matematico usuale dei fisici teorici è cambiato improvvisamente e drasticamente: dalle equazioni differenziali alle simmetrie. Come mai? Ancora manca un'interpretazione comunemente accettata; che invece sarebbe semplice, pur di tener conto delle teorie alternative: la prima teoria a introdurre le simmetrie è stata la meccanica di Lazare Carnot, quella che è rimasta ignorata per quasi due secoli perché costruita sulle scelte alternative a quelle newtoniane. In nome di un glorioso newtonianesimo la narrazione acquietante ha oscurato anche la novità nella tecnica matematica. Notiamo che, dopo il cambiamento dello strumento matematico negli anni '60, la meccanica quantistica doveva essere riformulata nei nuovi termini delle simmetrie, ma il problema non fu nemmeno posto.⁹

8. Conclusione

A causa della scoperta delle due dicotomie oggi dobbiamo definire la scienza in modo nuovo: *la scienza è la congiunzione non solo di dati sperimentali con ipotesi matematizzate, ma anche di due scelte sulle suddette due dicotomie formali di matematica e logica.*

⁸ Molti coraggiosi hanno provato a superare questa inerzia affidandosi a idee parziali sui fondamenti: 1) la ipotesi delle variabili nascoste per un ritorno al meccanicismo newtoniano; 2) l'assiomatizzazione delle teorie tramite la teoria degli insiemi, a costo di creare artifici teorici (“strutturalismo”); 3) la teoria delle catastrofi, la teoria del Caos e la teoria della Complessità, che mettono in discussione lo strumento matematico tradizionale, ovvero quello analitico, ma senza vederne una alternativa né algebrica, né nella matematica del solo infinito potenziale. Non è sorprendente che tutti questi tentativi, essendo parziali, non abbiano sortito il risultato generale sperato.

⁹ Lo si è fatto risolto recentemente (Morchio & Strocchi, 2009).

Questa nuova definizione spiega perché prima degli anni '60 era impossibile che i filosofi o gli scienziati potessero cogliere la natura dei fondamenti della scienza: essi non avevano definizioni formalmente precise delle due dicotomie.

Ma è da notare che alcuni ci sono riusciti sulla base di definizioni intuitive delle dicotomie. Prima di tutti, Galilei, il quale ha dedicato una intera giornata dei suoi *Dialoghi* al problema di quale sia il tipo di infinito da utilizzare nella fisica. E nelle ultime sue due opere ha distinto nettamente la parte della organizzazione deduttiva della sua teoria da quella induttiva: ha usato il latino per la prima e il volgare per la seconda. Poi, come abbiamo visto, lo hanno fatto d'Alembert e Lazare Carnot; ed infine Einstein, che ha organizzato i due scritti del 1905 sulla relatività e sui quanti secondo la nuova organizzazione teorica dove di fatto ha usato la logica non classica; mentre nel secondo scritto ha dichiarato in termini intuitivi anche la dicotomia sulla matematica (Drago, 2010; Drago, 2013). Per queste innovazioni fondazionali i suoi due scritti acquistano una ancor più grande rilevanza, che già era eccezionale.

Anche la storiografia di Koyré è riuscita a definirli intuitivamente. Egli ha fondato la sua analisi storica della nascita della scienza moderna sui due concetti di infinito; questa analisi è precisa perché nel periodo storico da lui considerato non c'era bisogno di distinguere tra le due formalizzazioni dell'infinito, bastava considerarle intuitivamente; e lui lo ha fatto molto bene, così come mostra la sua frase del par. 6 su Galilei, Descartes e Newton.

Infine le due dicotomie sono state sostanzialmente intuite da Leibniz, quando ha scoperto che l'attività della nostra mente incontra due labirinti: quello dell'infinito – potenziale o in atto, e quindi oggi: matematica costruttiva o classica – e quello “legge o libertà” – che allude all'esperienza soggettiva di elaborare una teoria secondo deduzioni stringenti o secondo una libera ricerca per scoprire un nuovo metodo; quindi oggi: logica classica o logica induttiva non classica. Questi labirinti, dopo che per tre secoli sono rimasti irrisolti dalla ragione umana, sono ormai da considerare definitivamente irrisolvibili, e quindi delle dicotomie.

Poi, i fisici, che sono arrivati al secolo XX pieni di gloriose teorie della realtà, ma orfani della filosofia, sono stati “giocati” dalla storia. Essi credevano di essere all'apice del progresso scientifico generale, anche quello sui fondamenti della scienza; invece le minoranze alternative dei logici e dei matematici li hanno superati nella ricerca dei fondamenti della scienza. I fisici non se ne sono accorti perché le alternative alle scelte dominanti sulle due dicotomie fondazionali (quella sul tipo di matematica e quella sul tipo di logica) sono state formalizzate, e quindi riconosciute come teorie valide, solo dopo decenni dalla nascita della relatività e della meccanica quantistica. Quindi l'esplosivo progresso dei fisici è avvenuto anzi tempo rispetto ai progressi delle altre discipline che afferiscono alla fisica.

Allora, rispetto alla nascita delle due dicotomie, le nuove meravigliose teorie dei fisici sono risultate di rilevanza per la sola fisica, non all'altezza della scienza in generale. Perfino la specifica “filosofia” della meccanica quantistica, il cosiddetto “spirito di Copenhagen”, è risultata di importanza solo locale e quindi laterale per i fondamenti di tutta la scienza. Ma i fisici, pur avvertiti che c'erano delle alternative nella base delle loro nuove teorie, non le hanno riformulate sulle scelte alternative; si sono accontentati di quanto già acquisito tecnicamente, al costo di perdere quel ruolo di primo piano che avevano svolto negli ultimi tre secoli: scoprire per primi i progressi che potevano portare ai fondamenti dell'intera scienza.

Tutto ciò mostra quanto sia stato difficile nella storia della intellettualità umana, andare a fondo della nascita e poi dello sviluppo storico della scienza moderna; non si trattava solo di accumulare nuovi dati sperimentali, e neanche di ampliare i concetti e le teorie; ma si trattava innanzitutto di separarsi da preconcetti insiti nel paradigma newtoniano che comportavano anche una metafisica; e infine di comprendere i limiti della ragione umana la quale, al massimo dello sforzo dei filosofi, ha concepito solo dei labirinti senza saperli risolvere.

Bibliografia

- Ben-David, J. (1975). *Scienza e società. Uno studio comparato del ruolo dello scienziato nella società*. Bologna: Il Mulino.
- Birkhoff, G. & von Neumann, J. (1936). "The Logic of Quantum Mechanics", *The Annals of Mathematics*, 37, pp. 823-843.
- Burtt, E.A. (1924). *The Metaphysical Foundations of Modern Science*. London: Routledge and Kegan.
- Carnot, L. (1783). *Essai sur les machines en général*. Dijon: Defay (trad. it. 1996, *Saggio sulle Macchine*. Napoli: CUEN).
- de Regt, H. (1996). "Philosophy of the Kinetic Theory of Gases", *Brit. J. Phil. Sci.*, 47, pp. 31-62.
- d'Alembert, J.-B. (1754), "Elémens", in D. Diderot & J. Le Rond d'Alembert (eds.), *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, voll. 17, Paris: Briasson, rue Saint Jacques, à la Science, vol. V, p. 498.
- Drago, A. (2002). "Lo sviluppo storico della meccanica quantistica visto attraverso i concetti fondamentali della fisica", *Giornale di Fisica*, 43, pp. 143-167.
- Drago, A. (2004). *La riforma della dinamica di G.W. Leibniz*. Benevento: Hevelius.
- Drago, A. (2010). "La teoria delle relatività di Einstein del 1905 esaminata secondo il modello di organizzazione basata su un problema", in Giannetto E., Giannini G. & Toscano M. (eds). *Relatività, Quanti, Caos e altre rivoluzioni della Fisica, Atti del XXVII Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell'Astronomia*, Bergamo 2007. Guaraldi: Rimini, pp. 215-224.
- Drago, A. (2013). "The Emergence of Two Options from Einstein's First Paper on Quanta", in Pisano, R., Capecci, D. & Lukesova A. (eds.) *Physics, Astronomy and Engineering. Critical Problems in the History of Science and Society*. Siauliai: Scientia Socialis, pp. 227-234.
- Gillispie, C.C. (1959a). "Science in the French Revolution", *Behavioral Science*, 4, pp. 67-73.
- Gillispie, C.C. (1959b). "The *Encyclopédie Française* and the Jacobin Philosophy of Science" in Clagett, M. (ed.) *Critical Problems in the History of Science*. Madison: Wisconsin University Press, pp. 255-289.
- Koyré, A. (1966). *Études galiléennes. (1936-1939)*. Paris: Hermann.
- Koyré, A. (1957). *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore: Johns Hopkins University Press (trad. it. *Dal cosmo chiuso all'universo infinito*. Milano: Feltrinelli, 1970).
- Kragh, H. (1987). *Introduction to the Historiography of Science*. Cambridge: Cambridge University Press (trad. it. *Introduzione alla storiografia della scienza*. Bologna: Zanichelli, 1990).
- Kuhn, T.S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press. (trad. it. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Torino: Einaudi, 1969).
- Kuhn, T.S. (1978). *Black-body Theory and the Quantum Discontinuity 1894-1912*. Oxford: Oxford University Press (trad. it. *Alle origini della Fisica contemporanea. La teoria del corpo nero e la discontinuità quantica*. Bologna: Il Mulino, 1981).
- Mach, E. (1883). *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*. Leipzig: F.A. Brockhaus (trad. it. *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, Torino: Boringhieri, 1977).
- Mach, E. (1896). *Die Principien der Wärmelehre*. Leipzig: Barth (trad. ingl. *Principles of the Theory of Heat: Historically and Critically Elucidated*. Berlin: Springer, 2011).
- Morchio, G. & Strocchi, F. (2009). "Classical and Quantum Mechanics from the Universal Poisson-Rinehart Algebra of a Manifold", *Reports of Mathematical Physics*, 64, pp. 33-48.
- Poincaré, H. (1904). "L'état actuel et l'avenir de la physique mathématique", *Bulletin des sciences mathématiques*, 28 (2), pp. 302-324 (trad. ingl. https://en.wikisource.org/wiki/The_Principles_of_Mathematical_Physics) (Accesso 4 Aprile 2022).

Uffink, J. (2004). "Boltzmann's Work in Statistical Physics", in Zalta, E.N. (ed.) *Stanford Encyclopaedia of Philosophy*, <http://plato.stanford.edu/entries/statphys-Boltzmann/> (Accesso 4 Aprile 2022).

Storia della Fisica e Filosofia: l'Attualismo e la Fisica

Enrico Giannetto

Università degli Studi di Bergamo, enrico.giannetto@unibg.it

1. Storia della fisica come evoluzione storica della fisica: come *res gestae*

La fisica moderna viene oggi, spesso, contrapposta alla filosofia, ma in realtà, come venne chiamata all'epoca, non era altro che una "nuova filosofia", una nuova filosofia della Natura. La fisica moderna è in generale una "filosofia sperimentale", che riconosce i limiti dell'esperienza umana la quale non può essere considerata una fonte certa della conoscenza nella sua relatività soggettiva e nella sua instabile variabilità, e si basa invece sull'esperimento in cui il soggetto e l'oggetto sono sostituiti da strumenti di misura e artefatti quali realizzazioni artificiali di modelli matematici. La fisica moderna si può così costituire come una "filosofia matematica", che supera le ambiguità semantiche e sintattiche del linguaggio naturale e studia matematicamente le relazioni fra le proprietà misurabili dei fenomeni naturali "simulati" da fenomeni artificialmente prodotti negli esperimenti (Giannetto, 2018).

Così, la fisica moderna limita sperimentalmente l'ontologia alla realtà di proprietà misurabili dei fenomeni fisici e delle loro relazioni matematiche individuabili, costituendo una nuova "ontologia sperimentale e matematica". E delinea una nuova "gnoseologia dell'azione sperimentale": si conosce la realtà non nella speculazione pura di un pensiero astratto, ma piuttosto nella concretizzazione del pensiero in un'azione sperimentale che permette un incontro/scontro con la realtà, che può verificare o falsificare i pensieri. La gnoseologia si connota poi come matematica nell'individuare le relazioni fra le proprietà misurabili dei fenomeni fisici. Nella fisica moderna, si hanno, quindi, storicamente differenti presupposti filosofici (ontologici, gnoseologici, ma anche teologici) e differenti conseguenze filosofiche (ontologiche, gnoseologiche, teologiche) (Giannetto, 2010).

Nell'Ottocento si opposero vere e proprie differenti concezioni della Natura, che definiscono differenti "filosofie della Natura", espresse dalle differenti sotto-discipline della fisica: una "filosofia meccanica o meccanicista" della Natura, legata alla meccanica; una "filosofia termodinamica" della Natura, correlata alla termodinamica; una "filosofia elettromagnetica" della Natura, implicita nell'elettromagnetismo; una "filosofia energetista" della Natura, congiunta alla prospettiva, trasversale alle sotto-discipline della fisica, che considera la Natura come energia (Giannetto, 2005).

Nel Novecento, si ebbero anche altre concezioni: una "filosofia relativistica" della Natura, legata alla relatività speciale del 1905 e alla relatività generale del 1915; una "filosofia quantistica" della Natura sorta da tutta la fisica quantistica, ma anche una "filosofia quantistica relativistica" della Natura nata dall'unione delle due nuove rivoluzioni; una "filosofia della complessità" della Natura, derivata dalla cosiddetta "fisica del caos" (Giannetto, 2005; Giannetto, 2010).

La filosofia della scienza e, in particolare, della fisica, coltivata perlopiù dalla comunità filosofica, interpreta perlopiù la scienza e la fisica dal punto di vista di filosofie già pre-costituite: idealistiche, realistiche, kantiane o neo-kantiane, neo-positiviste, marxiste, fenomenologiche, ermeneutiche, analitiche, ecc. E anche l'epistemologia della fisica, coltivata perlopiù dalla comunità dei fisici, non va molto oltre prospettive preconette: materialismo, meccanicismo, determinismo, realismo, platonismo matematico, progressismo scientifico, ecc.

2. La storia della fisica come storiografia della fisica: *historia rerum gestarum*

La ricerca è stata caratterizzata da una varietà di metodologie storiografiche: storia disciplinare, storia interdisciplinare, storia della scienza, storia interna, storia esterna, storia delle idee, storia delle istituzioni, storia delle pratiche. In questo contesto, i rapporti della storia come storiografia con la filosofia sono soprattutto sul piano dei presupposti filosofici sulla storiografia: ontologici, gnoseologici, metodologici, che perlopiù assumono l'attività storica all'interno delle scienze idiografiche come legata a una disciplina chiusa e separata specialmente da problematiche filosofico-epistemologiche, come una "storia puramente storica", puramente descrittiva spesso anche nel caso della storia esterna o della storia interdisciplinare. La varietà di storiografie, a sua volta, assume spesso tutta una serie di presupposti filosofici sulla fisica, ontologici, gnoseologici, metodologici, che collocano la fisica moderna all'interno delle scienze nomotetiche come legata a una disciplina chiusa e separata dalla filosofia, puramente esplicativa, spesso anche quando si fa emergere l'epistemologia implicita nelle varie teorie fisiche (Giannetto, 2005).

All'interno della comunità degli storici della fisica in Italia, prima collegati nel gruppo nazionale di storia della fisica (GNSF) del CNR e poi dell'attuale società degli storici della fisica e dell'astronomia (SISFA), la storiografia dominante è stata sempre la storia disciplinare interna della fisica, volta a ricostruire alcuni passaggi storici salienti o nella struttura matematica o nella prassi sperimentale o nel quadro teorico. C'è stata anche una rilevante corrente di storia esterna legata a una storiografia marxista (Baracca & Rossi, 1974; Ciccotti *et al.*, 1976; Baracca & Rossi, 1977; Baracca & Rossi 1978; Baracca, Ruffo & Russo, 1979) Le tesi sostenute da Baracca e Rossi, "l'Angelo e l'Arcangelo", sono state discusse da Paolo Rossi (Rossi, 1986, pp. 229-247, p. 236). Su queste tematiche si vedano anche il contributo di Enrico Giannetto e il saggio di Boris Hessen nella nuova recente traduzione (Hessen, 2017; Giannetto, 2021). Pure presente, seppure minoritaria, è stata una tradizione storiografica che ha cercato di fare dialogare storia della scienza e filosofia della scienza, basti qui ricordare Salvo D'Agostino, Arcangelo Rossi in un secondo periodo, Tonino Drago, Fabio Bevilacqua e altri (D'Agostino, 2000; Giannetto, 2021; Drago & Giannetto, 2022).

3. La storia della fisica e la filosofia italiana

La filosofia italiana della prima metà del Novecento è stata molto criticata, come tutta la cultura italiana, specialmente a causa del giudizio del fascismo, e, in particolare, l'idealismo per il coinvolgimento politico di Gentile (1875-1944) nel governo fascista. Il fascismo, nella sua autarchia nazionalistica, avrebbe portato a una chiusura della cultura italiana, che influenzò negativamente anche la scienza.

Se, per la scienza, è facile smentire questo giudizio dando conto dei contributi dei fisici italiani alle rivoluzioni della relatività e dei quanti, più difficile è valutare la filosofia.

La filosofia italiana, nel suo farsi storico, non è la singola monologica filosofia ma lo storico dialogo filosofico. con le sue molteplici prospettive, con i suoi contraddittori non risolti, con le sue sintesi solo parziali.

La storiografia italiana (Maiocchi, 1970; Maiocchi, 1991) che più ha studiato *le reazioni filosofiche italiane a queste due rivoluzioni* a cui ha dedicato due monografie, dà un giudizio complessivo fortemente negativo della filosofia italiana, proprio per queste reazioni. Seppure, il problema della scienza è fondamentale, chiaramente, questo giudizio, prima di tutto, si basa su un aspetto comunque troppo limitato della riflessione filosofica italiana.

Altro elemento di giudizio preso in considerazione è una meramente accennata *comparazione* con ciò che accadde in altre nazioni: se però si effettua questa comparazione fino in fondo non è che si trovino nelle altre nazioni opere fondamentali in questo ambito, a parte le eccezioni di Gaston Bachelard in Francia, Alfred North Whitehead in Gran Bretagna e Hans Reichenbach in Germania, e

Federigo Enriques in Italia. Il confronto filosofico con la fisica è molto difficile e richiede una preparazione di prima mano, rarissima. Non si può imputare l'incompetenza scientifica ai soli filosofi italiani e di quel periodo: anche adesso non ci sono filosofi che abbiano una diretta e profonda preparazione scientifica.

Non solo, si dichiarano le prospettive filosofiche italiane come *antiscientifiche* di fatto (Maiocchi, 1970). Secondo Maiocchi, le filosofie italiane fecero peggio che ignorare le rivoluzioni scientifiche, le trattarono con presunzione e disprezzo, o per respingerle, o per dichiararle indifferenti, o per strumentalizzarle; questo giudizio è mantenuto anche quando, come nel caso dell'idealismo gentiliano, negli anni '30 si muta atteggiamento, rispetto al giudizio negativo sulla scienza presente nella *Teoria generale dello spirito come atto puro* del 1916 (Gentile 1991), e si danno giudizi positivi sulla scienza e sulla fisica quantistica o sulla relatività, perché, secondo Maiocchi, si tratterebbe di giudizi generici o distorsivi. Questo è un giudizio aprioristico che non si fa scalfire neanche dalle proprie analisi storiche che lo negano. Come giudicare allora i primi rifiuti come teorie idealistiche in Russia o le interpretazioni materialistiche poi là sviluppate?

Ma c'è di più: Maiocchi ritiene che una risposta adeguata si avrebbe sul piano della specifica *epistemologia* o *filosofia della scienza* (Maiocchi 1970). Non ci si rende conto che il problema della scienza, della relatività o della fisica quantistica, non si risolve sul piano di una sotto-disciplina della filosofia, ma implica una ridefinizione di tutta la filosofia sul piano generale e teoretico.

La filosofia italiana è rilevante proprio in quanto permette al suo interno una nuova comprensione generale e teoretica della scienza e della filosofia a sua volta ricompresa attraverso la scienza.

Da questa prospettiva, si nota che, per esempio, mentre la fenomenologia, l'ermeneutica e la filosofia crociana danno alla scienza solo un valore pratico e non filosofico, al contrario l'idealismo attuale gentiliano alla fine dà un pieno valore filosofico alla scienza. Anzi, ha una tale duttilità teoretica da poter ribaltare un giudizio precedente.

La svolta, in Gentile, dalla posizione del 1916 a quella del saggio *Scienza e filosofia* del 1931 (Gentile, 1991, pp. 643-651, pp. 685-690 e pp. 820-833; Canapini, 2017), fu certamente legata alla rivoluzione quantistica; non fu solo influenzata dal mutamento di posizione di Ugo Spirito (Spirito, 1929; Spirito, 1933; Spirito & Calogero, 1966), ma dalla sua "doppia identità": c'era un altro Giovanni Gentile (1906-1942) che faceva il fisico e che, nel 1927, si laureò con una tesi su *Massa ed elettrone*; era quello junior, suo figlio, che lavorava nel gruppo romano di Fermi (Gentile j., 1943; Maiocchi, 1991).

L'attualismo aveva incorporato nell'idealismo la lezione di Marx (Gentile, 1899, p. 77); il pensiero veniva interpretato come una prassi e non si distingueva più fra teoria e prassi, fra logica ed etica. Il pensiero pensante si prestava ad essere interpretato come pensiero vivente e quindi a farsi azione, fino al dialogo vivente di Guido Calogero (1904-1986) (Calogero, 2020). Il farsi azione del pensiero poteva ricomprendere nella sua attualità concreta l'azione sperimentale della fisica.

Il fatto è che il soggettivismo idealistico di Gentile aveva effettuato una riforma dell'idealismo hegeliano, affermando la riconducibilità della realtà al soggetto umano, in quanto questa si dà sempre e soltanto come oggetto nei concreti atti del pensiero pensante di un soggetto umano, che si può universalizzare in un soggetto trascendentale. Questo significa che, in termini post-kantiani, la realtà non si dà più come *noumeno* che sottostà ai fenomeni, ma solo come *fenomeno*, o in una coincidenza di *noumeno* e *fenomeno*.

Questo permette di aprire un confronto dell'attualismo con la fenomenologia, per poterne valutare comparativamente la portata filosofica. Nonostante le grandi differenze teoretiche, l'attualismo è una forma di ciò che, con la terminologia di Husserl, chiamiamo *fenomenologia*.

Per Husserl, la realtà si dà negli atti intenzionali teoretici del soggetto: entrambe le prospettive (Calogero, 1976, p. 226) rifiutano il *noumeno* e seguono un qualche metodo dell'immanenza della realtà al soggetto, per cui si rifiuta la metafisica ontologica tradizionale. Per Gentile, in effetti, si tratta

dell'inveramento filosofico della fede cristiana nell'incarnazione per cui anche la realtà di Dio si dà nell'esperienza storica umana: l'evento del Cristianesimo si costituisce come condizione di possibilità storico-trascendentale della modernità occidentale, del superamento storico della metafisica ontologica (Meazza, 2004).

Certamente, l'attualismo non conosce alcuna riduzione fenomenologica, eidetica o trascendentale, e non conosce il limite dell'esperienza vivente della fenomenologia husserliana o heideggeriana, mentre si rifà a un pensiero vivente illimitato che ingloba in sé l'esperienza. L'attualismo, in particolare, è una forma di "fenomenologia", che non ammette separazione o distinzione fra pratica e teoria, su cui invece si basa quella husserliana. Questa considerazione della teoria come, attività, pratica, permise all'attualismo, almeno a partire dal 1929, di affrontare il problema delle scienze diversamente che nella fenomenologia di Husserl, in cui la distinzione fra teoria e pratica era ancora quasi assoluta. Pure esperimenti e formule matematiche possono essere considerati quali parti del pensiero in atto, del pensiero pensante come in Giovannino Gentile che influenzò la svolta del padre sulla scienza (Gentile j., 1943), e quindi la scienza sperimentale-matematica è parte a tutti gli effetti della filosofia e non è più ridotta a mero sapere pratico-tecnico opposto alla teoreticità della filosofia come nella linea dominante della fenomenologia husserliana (Husserl, 1954).

Dato che, nella fenomenologia di Husserl, la realtà si dà solo nella correlazione degli atti intenzionali del soggetto a un oggetto, si potrebbe chiamare anche la fenomenologia una forma di "attualismo", intenzionale teoretico, legato però a un pensiero pensato. Anche in questo caso la pluralità degli atti del soggetto considerabili ha permesso la nascita di un movimento fenomenologico con posizioni molto diverse da quelle di Husserl, e pure distruttrici dell'idealismo soggettivistico husserliano (Giannetto, 2018).

Questo implica che, nonostante le grandi differenze, attualismo e fenomenologia possano o addirittura debbano essere considerati sullo stesso piano rispetto al metodo dell'immanenza e al superamento della vecchia metafisica ontologica, e che, proprio per questo motivo, il movimento attualistico merita la stessa attenzione del movimento fenomenologico: non si potrà più guardare alla fenomenologia con interesse e all'attualismo con il disprezzo riservato provincialisticamente a ciò che è nato in Italia. Si dovranno comprendere le novità apportate dall'attualismo rispetto alla filosofia precedente come le novità apportate dalla fenomenologia. E si potrà così comprendere perché la fenomenologia poté essere accolta favorevolmente in Italia, tenendo conto del suo facile innesto su un ambiente filosofico che era impregnato di attualismo: la stessa posizione filosofica fondamentale basata sul metodo dell'immanenza poté rinascere sotto un altro nome non compromesso dalla vicenda gentiliana.

L'attualismo e la fenomenologia cercano entrambi di superare l'opposizione idealismo/realismo ponendo l'unità indissolubile soggetto-oggetto negli atti del soggetto umano. Questo ruolo decisivo del soggetto ha condotto, in modi diversi, Gentile e Husserl a una forma di idealismo soggettivistico, che i loro seguaci hanno cercato di correggere e anche di ribaltare. E la non-accettazione del presupposto dell'esperienza come unica fonte della conoscenza, presupposto della fenomenologia, permetteva il superamento fisico dell'esperienza nell'esperimento, che dalla fenomenologia veniva considerato come teoria (Calogero, 1976).

La prospettiva sperimentale s'innesta sul riconoscimento della non-univocità e della limitatezza dell'esperienza: la Natura si manifesta a noi non solo limitatamente alla nostra sensibilità (alla sensibilità dei nostri organi) e limitatamente alla situazione terrestre, ma anche limitatamente alle nostre dimensioni. L'esperimento è univoco e rende manifesti dei fenomeni che la nostra sensibilità non coglie e produce dei fenomeni che la nostra situazione terrestre non permette e a dimensioni microscopiche e cosmiche che oltrepassano la nostra esperienza: è produzione dei fenomeni e manifestazione oggettiva a strumenti oggettivi.

La fenomenologia, che pure è simile all'attualismo nel pensare alla realtà come qualcosa che si rivela negli atti intenzionali della coscienza senza i quali gli oggetti non si manifesterebbero, e che distingue gli atti di coscienza in atti intellettivi (che danno, dentro l'orizzonte del mondo, senso e forma intenzionale alle singole cose materiali colte dagli atti percettivi, e che, solo se teoretici, cioè disinteressati, portano alla conoscenza), atti affettivo-emozionali (in cui si manifestano i valori) e atti della volontà (in cui si manifestano i fini), resta prigioniera dei limiti dell'esperienza vivente o vissuta seppure fenomenologicamente estesa all'intuizione eidetica o categoriale.

L'idealismo attuale può comprendere al meglio la prospettiva sperimentale, da una parte rifacendosi al *verum = factum* di Vico interpretato come *actum*, che permette una scienza solo di cose prodotte da noi, come hanno mostrato i fisici vichiani, e, dall'altra parte, nel considerare la Natura non come data ma *prodotta* all'interno della concreta attualità umana. Quest'aspetto è colto solo dalla gnoseologia idealista della creazione.

Ciò che non comprende l'idealismo è che la Natura prodotta negli esperimenti non è un prodotto soggettivo e ideale, ma piuttosto il soggetto umano nell'azione sperimentale, auto-negandosi – facendosi soggettività strumentale che si presenta come oggetto per Galilei e Newton – produce un oggetto reale oltre la sua esperienza e oltre il suo pensiero, come un noumeno dentro un fenomeno e come un trascendentale oggettivo. Quest'aspetto è colto dall'ontologia attualistica di Vincenzo La Via (1895-1982) che considera la Natura prodotta comunque come una Natura che si dà, che si dona a un pensiero pensante (La Via, 1940; La Via, 1942; La Via, 1954). Con il Kant dell'*opus postumum*, con Husserl, almeno in parte, e Heidegger, si ha un'ontologia trascendentale; non è la soggettività trascendentale a imporre la sua forma e a costituire gli oggetti, ma l'oggetto quale *Objekt* a imporre la sua forma, a determinare il pensare e il sentire, e a costituire quindi il soggetto umano quale conoscente e agente.

Tuttavia, già nella relatività lo strumento-oggetto si mostra come soggetto di quiete e di moto che cambia la rappresentazione e qualifica anche le qualità primarie come lunghezza, intervallo, moto come secondarie, cioè soggettive, e i fenomeni risultano differenti non potendosi più identificare con i noumeni: solo le leggi e certi invarianti matematici possono essere considerati noumenici, ma questi invarianti o sono legati a sistemi privilegiati solidali – i valori "propri" del sistema in cui gli oggetti sono in quiete – oppure sono "ircocervi" che indicano solo l'ignoranza della realtà fisica che è rappresentata nell'indeterminazione dello spazio, del tempo, del moto, oppure sono immateriali del campo – ma anche le onde hanno lunghezze d'onda, frequenze relative; se prendiamo la luce come riferimento ideale non esistono spazio, tempo, quiete e moto, frequenze e lunghezze d'onda, cioè la realtà del campo è indeterminata (Giannetto, 2005; Giannetto, 2010).

Calogero spiega che parlare di gnoseologia dell'azione non implica una teoria della conoscenza, ma un conoscere come fare e quindi una prassi conoscitiva, una prassi della conoscenza; e spiega anche che la gnoseologia della creazione di Gentile supera la gnoseologia dell'azione che mantiene un residuo metafisico che la contraddice, ma Calogero mostra poi che la gnoseologia soggettiva della creazione rivela una "gnoseologia" oggettiva della creazione, che, in effetti, non è che un nome che indica la fine di ogni gnoseologia e di ogni logica fisica, che non si addice a una creazione libera che a sua volta non permette un'ontologia di una realtà data indipendentemente (Calogero, 1947). La rivelazione fisica, sperimentale, della creazione mostra l'impossibilità di un'ontologia come disciplina logicamente fondata di una realtà data.

La relatività mostra che anche le qualità pensate come primarie, da Democrito e Galileo, soffrono di una soggettività e che le proprietà invarianti o sono comunque quelle "proprie" relative al sistema di riferimento solidale (massa a riposo, tempo proprio, lunghezza propria,...) e quindi reali, ma soggettive, oppure sono «ircocervi» matematici che rappresentano solo la nostra ignoranza della realtà fisica in indeterminazioni di proprietà fisiche come lo spazio-tempo o anche quando proprietà del campo si tratta comunque di indeterminazione di campo elettrico e magnetico, come anche la velocità

della luce implica un'indeterminazione spazio-temporale come trascendentale oggettivo (Giannetto, 2005; Giannetto, 2010).

Ora, la fisica quantistica nel principio d'indeterminazione mostra non solo che non c'è una realtà data e che la Natura è prodotta dall'azione sperimentale creatrice; ma la quantistica mostra anche che le proprietà non sono nemmeno universalizzabili come tali e anche l'azione, invariante delle indeterminazioni, è indeterminazione perché mutamento: il mutamento non è riducibile a un oggetto, è un processo non ontologizzabile in un essere. L'indeterminazione del campo quanto-relativistico come creazione oggettiva è il trascendentale oggettivo per comprendere la Natura. D'altra parte, secondo Calogero, il mondo storico umano, in quanto per esso sono fondamentali le qualità secondarie soggettive, non è unico, ma piuttosto costituisce una pluralità irriducibile di mondi soggettivi mai oggettivabile, per cui non possiamo mai heideggerianamente essere-nel-mondo come qualcosa in cui ci troviamo come un contenitore oggettivamente dato neanche come un mondo di significati o di fini o di valori che sono sempre soggettivamente percepiti; solo se si segue un principio etico della volontà di dialogo di sottoporre tutte le proprie prospettive al giudizio e alla prova degli altri nel dialogo e, come sottospecie, alla prova di un'azione sperimentale condivisa dalla comunità, possiamo orientarci nella vita e possiamo scartare tutte le prospettive dogmatiche, relativistiche, meramente discorsive e non-etiche), ma anche che la Natura prodotta è essa stessa un processo oggettivo di creazione, che non permette alcuna logica e quindi alcuna gnoseologia, proprio come nella prospettiva di Calogero. Questa ontologia allora, di fronte al mistero quantistico della creazione, si deve trasformare, come in Calogero, in una fede etica per un pensiero pensante che si trasforma in azione collettiva e vita comunitaria, in atti etici di amore e che si realizza solo in una comunità vivente eticamente dialogante che fonda la scienza attraverso questa stessa fede comune (Calogero, 2020).

Bibliografia

- Baracca, A. & Rossi, A. (1974). "1789: prassi e organizzazione della scienza", *Sapere* 775, pp. 46-52.
- Baracca, A. & Rossi, A. (1976). *Marxismo e scienze naturali*. Bari: De Donato.
- Baracca, A. & Rossi, A. (1977). *Scienza e produzione nel '700*. Firenze: Guarraldi.
- Baracca, A. & Rossi, A. (1978). *Materia e energia: antologia di testi*. Milano: Feltrinelli.
- Baracca, A., Ruffo, S. & Russo, A. (1979). *Scienza e Industria, 1848-1915*. Bari: Laterza.
- Calogero, G. (1947). "Logica", in *Lezioni di filosofia I-III: I. Logica. II. Etica. III. Estetica*, Torino: Einaudi.
- Calogero, G. (1976). "Il principio fondamentale dell'attualismo gentiliano", *Il Velcro*, XX nn.3-4 Maggio-Agosto, pp. 219-232.
- Calogero, G. (2020). *Logo e Dialogo (1950)*. A cura di E. Giannetto & M. La Torre. Soveria Mannelli: Rubbettino.
- Canapini, L. (2017). *Il pensiero è la realtà. L'attualismo di Giovanni Gentile e il suo rapporto con il pensiero scientifico del primo Novecento*. Milano: Unicopli.
- Ciccotti, G., Cini, M., De Maria, M. & Jona-Lasinio, G., con contributi di Donini E. e Narducci D. (1976, 2011). *L'Ape e l'Architetto. Paradigmi Scientifici e Materialismo Storico*. Milano: Feltrinelli.
- D'Agostino, S. (2000). *A History of the Ideas of Theoretical Physics. Essays on the Nineteenth and Twentieth Century Physics*, in *Boston Studies in the Philosophy of Science* 213, Dordrecht: Kluwer.
- Drago, A. & Giannetto, E. (2022), "The Last 30 Years of Historiography of Physics: *Quo Vadis?*", in Zanini, V., Naddeo, A. & Bònoli, F. (eds) *Atti del XLI Convegno annuale della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia*, Arezzo, 6-9 Settembre 2021. Pisa: Pisa University Press, pp. 197-204.

- Gentile, G. (1899, 2014). *La filosofia della prassi*, in *La filosofia di Marx: studi critici*, Pisa: Spoerri, e poi ed. della Normale.
- Gentile, G. (1991). *Opere Filosofiche*. A cura di Garin E. Milano: Garzanti.
- Gentile, G. jr. (1943). *Scritti minori di scienza, filosofia e letteratura*, Firenze: Sansoni.
- Giannetto, E. (2005). *Saggi di storie del pensiero scientifico*, Bergamo: Bergamo University Press.
- Giannetto, E. (2010). *Un fisico delle origini. Heidegger, la scienza e la Natura*, Roma: Donzelli.
- Giannetto, E. (2018). *Sguardi sul pensiero contemporaneo. Filosofia e scienze per cambiare il mondo*, Limena (PD): libreriauniversitaria.it.
- Giannetto, E. (2021). "Salvo D'Agostino e la storia della fisica" in Bevilacqua F. & Gambaro I. *Atti del XL Congresso Nazionale SISFA*. Online, 8-10 Settembre 2020. Pisa: Pisa University Press, pp. 3-8.
- Hessen, B. (1931) "The Social and Economic Roots of Newton's 'Principia' ", in Bucharin, N.I. *Science at the Cross Roads. Papers Presented to the International Congress of the History of Science and Technology, Held in London From June 29th to July 3rd, 1931 by the Delegates of the U.S.S.R.* London: Kniga, pp. 149–212.
- Hessen, B. (2017). *Le radici sociali ed economiche della meccanica di Newton*. A cura di Ienna, G. & Rispoli G. Roma: Castelvecchi (tradotto dal russo da Rispoli G. *Social'no-ekonomičeskie korni machaniki N'jutona*, 1933).
- Husserl, E. (1954, 1959). *Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie*, in *Husserliana, Gesammelte Werke*, Bd. VI, Den Haag: Nijhoff (trad. it. Filippini E., *La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale*, Milano: il Saggiatore 1961).
- La Via, V. (1940). *Autocritica dell'idealismo e altri saggi*, Urbino: Feltria.
- La Via, V. (1942). *Idealismo e filosofia*, Messina: D'Anna.
- La Via, V. (1954). *Dall'idealismo al realismo assoluto*, Messina: Ferrara.
- Maiocchi, R. (1970). *Einstein in Italia. La scienza e la filosofia italiane di fronte alla teoria della relatività*. Milano: F. Angeli.
- Maiocchi, R. (1991). *Non solo Fermi. I fondamenti della meccanica quantistica nella cultura italiana tra le due guerre*. Firenze: Le Lettere.
- Meazza, C. (2004). *Note, appunti, variazioni sull'attualismo ... passando per Heidegger*, Pisa: ETS.
- Rossi, P. (1986). *I ragni e le formiche: un'apologia della storia della scienza*. Bologna: Il Mulino.
- Spirito, U. (1929). "Scienza e Filosofia", *Giornale Critico della Filosofia Italiana*, 10, pp. 430-444.
- Spirito, U. (1933, 1950). *Scienza e Filosofia*. Firenze: Sansoni.
- Spirito, U. & Calogero, G. (1966). *Ideale del dialogo o ideale della scienza?* Roma: Edizioni dell'Ateneo.

Evoluzione delle denominazioni dei corsi di Fisica

Paolo Rossi

Università degli Studi di Pisa, Paolo.Rossi@unipi.it

1. Introduzione

La trasformazione del sistema della formazione superiore da università d'élite a università di massa, che ha caratterizzato il secondo dopoguerra, è avvenuta contemporaneamente a un processo di differenziazione e parcellizzazione delle competenze e delle discipline scientifiche, ed ha avuto tra i suoi effetti più evidenti un imponente aumento quantitativo del corpo docente, accompagnato sul piano quantitativo da un'ampia e profonda differenziazione nel numero e nelle tipologie dei corsi d'insegnamento.

Questo processo è stato particolarmente significativo per quelle discipline che hanno visto un maggior sviluppo nel corso del XX secolo, e quindi in particolare anche per la Fisica. È interessante seguire questa evoluzione, con una specifica attenzione per l'insegnamento della Storia della Fisica, spesso relegato a un ruolo secondario nel percorso formativo dei giovani fisici.

2. I Corsi d'insegnamento di ambito fisico fino alla II Guerra Mondiale

Per quasi tutto il XIX secolo nell'ambito dei Corsi di laurea in Fisica esistette in Italia soltanto una ventina di corsi di *Fisica sperimentale*. La denominazione era uniforme su tutto il territorio nazionale e non erano previste altre tipologie d'insegnamento.

Nel 1872-1874 fu istituita a Roma per Gilberto Govi la prima cattedra di Storia della Fisica, ma la vicenda resta un episodio del tutto isolato, se pensiamo che trascorse un intero secolo prima che Guido Tagliaferri diventasse ordinario di Storia della Fisica verso la fine degli anni Settanta, mentre la disciplina stessa era entrata ufficialmente negli ordinamenti del Corso di Laurea soltanto con la Tabella del 1960.

Nel 1889/90 comparve a Napoli il primo corso di *Spettroscopia*, tenuto per incarico prima da Villari e poi da Chistoni, che peraltro restò l'unico fino al 1930.

Nel 1899/1900 nacque a Roma il corso di *Fisica complementare*, tenuto da Alfonso Sella, poi, dopo la precoce scomparsa di Sella, affidato a Corbino per incarico.

Il corso di *Fisica superiore* fu tenuto da Lo Surdo a Roma a partire dal 1919, poi fu presto attivato in varie altre sedi (Catania nel 1921, Bologna, Genova, Napoli, Pavia, Pisa e Torino nel 1922, Messina e Padova nel 1923, Cagliari e Firenze nel 1924, Ferrara nel 1925).

Si dovette poi attendere il 1926 per vedere istituiti, grazie a una forzatura voluta essenzialmente da Corbino, con il supporto di Volterra e Levi-Civita, i primi corsi di *Fisica teorica* a Roma, Firenze e Milano.

Un'evoluzione relativamente rapida portò infine ad avere, alla vigilia della II Guerra Mondiale, oltre i 24 corsi istituzionali di *Fisica sperimentale*, 13/14 corsi di *Fisica superiore* e altrettanti di *Fisica teorica*, 6 corsi di *Spettroscopia* e 8/9 corsi di *Fisica terrestre*.

Nel frattempo, a partire dal 1935, e con aggiornamenti nel 1936 e nel 1938, erano apparse le prime "Tabelle" ministeriali in cui erano elencati gli insegnamenti fondamentali e complementari previsti per ciascun Corso di Studi (R.D. 1935; R.D. 1936; R.D. 1938). Gli insegnamenti fondamentali di ambito fisico per il Corso di Laurea in Fisica erano: *Fisica sperimentale* (biennale), *Esercitazioni di fisica sperimentale*, *Fisica superiore*, *Fisica teorica*, mentre i complementari comprendevano *Spettroscopia*,

Fisica tecnica, Elettrotecnica, Elettrologia, Onde elettromagnetiche, Radioattività, Ottica, Acustica, Termologia, Astronomia, Fisica terrestre e Meccanica statistica, oltre a numerosi corsi di indirizzo fisico-matematico.

3. La proliferazione delle denominazioni e la riforma degli ordinamenti

Nel dopoguerra iniziò a crescere sensibilmente il numero delle differenti denominazioni assunte dai nuovi corsi. Con la Tabella del 1960, in gran parte dovuta a Persico, si iniziò a prendere atto dell'importante evoluzione avvenuta nel campo della fisica già a partire dalla nascita della Meccanica quantistica e poi soprattutto nel dopoguerra (D.P.R. 1960).

La Tabella del 1960 prevedeva l'attivazione di tre distinti indirizzi: generale, didattico e applicativo. Il primo biennio era comune ai tre indirizzi e prevedeva nove corsi, dei quali soltanto quattro di ambito fisico: i due corsi di *Fisica generale I e II* e il corso biennale di *Esperimentazioni di fisica*. Nel secondo biennio, oltre i corsi comuni di *Struttura della materia, Istituzioni di fisica teorica e Metodi matematici della fisica*, erano previsti alcuni corsi fondamentali differenziati per indirizzo: *Fisica superiore e Fisica teorica* per l'indirizzo generale, un *Laboratorio di fisica* biennale per l'indirizzo generale e quello applicativo, i corsi biennali di *Complementi di fisica generale* e di *Preparazione di esperienze didattiche* e quello di *Storia della fisica* per l'indirizzo didattico.

È interessante riportare testualmente la seguente previsione contenuta nella Tabella A:

Il corso di Storia della fisica a dovrà contemplare naturalmente l'evoluzione del pensiero e delle teorie fisiche e non semplicemente il succedersi dei fatti e delle scoperte. Esso potrà venire introdotto gradualmente, di mano in mano che si formeranno docenti opportunamente qualificati. In via transitoria esso potrà essere sostituito da uno dei corsi a scelta, ed avrà carattere fondamentale soltanto presso quelle Facoltà che lo includano come tale nello statuto (D.P.R. 1960).

L'elenco dei corsi fondamentali era accompagnato da una lista di una sessantina di corsi "complementari", di cui meno della metà di ambito fisico, tra i quali gli studenti potevano effettuare le loro scelte (da uno a quattro corsi secondo l'indirizzo).

Ovviamente non tutti i corsi erano attivati in tutte le sedi: per esempio a Pisa negli anni Sessanta e Settanta ne erano attivati circa una ventina.

Alla crescita del numero e delle denominazioni dei corsi si accompagnò naturalmente una crescita pressoché esponenziale del numero dei professori: dai 24 ordinari del 1945 si passò in meno di un quarantennio ai 430 ordinari del 1983.

A seguito della riforma del 1980, ad essi si aggiungevano – sempre nel 1983 – circa 840 professori associati e circa 375 ricercatori. Questi ultimi, non essendo titolari di corsi d'insegnamento, furono sommariamente inquadrati nei raggruppamenti 085 (Fisica sperimentale), 086 (Fisica teorica) e 087 (Struttura della materia). Pochi anni dopo, nell'A.A. 1987/88, gli ordinari erano saliti a 600, con circa 1000 associati e oltre 400 ricercatori.

4. I tentativi di classificazione e la nascita dei settori scientifico-disciplinari

La proliferazione delle denominazioni raggiunse il suo apice all'inizio degli anni Novanta, quando una ricognizione, finalizzata a un'importante revisione della Tabella XXI (D.P.R. 1990), giunse a identificare circa 200 diverse titolazioni di corsi (in diversi casi mere varianti grammaticali). Nel tentativo di rimettere ordine e semplificare le cose, anche ai fini di una corretta composizione delle commissioni concorsuali, furono dapprima identificati cinque gruppi di discipline, individuati da una

sigla: corsi di fisica generale e applicata (B01), corsi di fisica teorica (B02), corsi di struttura della materia (B03), corsi di fisica nucleare e subnucleare (B04), corsi di astronomia e astrofisica (B05).

I gruppi passarono poi rapidamente a otto con la creazione del primo insieme di “settori scientifico-disciplinari” nel 1995. È bene notare che in questa fase le denominazioni non sparirono, ma furono “ridotte” a 125, così ripartite:

- B01A Fisica generale: 15
- B01B Fisica: 17
- B01C Didattica e Storia della fisica: 8
- B02A Fisica teorica: 14
- B02B Metodi matematici della fisica: 8
- B03X Struttura della materia: 23
- B04X Fisica nucleare e subnucleare: 18
- B05X Astronomia e astrofisica: 22

Il settore B01C comprendeva quindi *Complementi di Fisica, Didattica dell'Astronomia, Didattica della Fisica, Fondamenti della Fisica, Metodologie della Fisica, Preparazione di Esperienze Didattiche, Storia dell'Astronomia e Storia della Fisica*.

Questo assetto non era però destinato a durare a lungo, perché nel 2000 intervenne una revisione dei settori scientifico-disciplinari che portò alla scomparsa di ogni lista “ufficiale” di denominazioni lasciate a questo punto all'autonomia ordinamentale e regolamentare e alla fantasia delle singole sedi, in favore di otto “nuovi” settori che nascevano da piccole modifiche di quelli precedenti (D.M. 2000):

- FIS/01 sostanzialmente sostituiva B01A
- FIS/02 unificava B02A e B02B
- FIS/03, FIS/04 e FIS/05 rimpiazzavano rispettivamente B03X, B04X e B05X
- FIS/06 raccoglieva soggetti provenienti dai raggruppamenti di Geofisica D04
- FIS/07 andava per lo più a sostituire B02B
- FIS/08 (Didattica e Storia della Fisica) era il nuovo nome di B01C

5. L'evoluzione più recente

Tra il 2008 e il 2009 il CUN (Consiglio Universitario Nazionale) fu informalmente investito del compito di individuare i “nuovi” settori scientifico-disciplinari, con un mandato abbastanza rigido per quanto riguardava numero e dimensioni dei nuovi settori, in quanto il Governo voleva porre rimedio alla “piaga” dei piccoli settori gestiti in modo personalistico da pochi ordinari: la previsione iniziale era che ci dovessero essere almeno 50 ordinari per settore. Con questo vincolo i settori FIS/06 e FIS/08 erano inevitabilmente condannati a scomparire.

Fu quindi tentata una razionalizzazione, con un importante riassetto non più fondato sulla didattica, ma sui temi di ricerca e basato sull'individuazione di tre macrosettori: 02/A Fisica delle interazioni fondamentali, ripartita in sperimentale (02/A1) e teorica (02/A2); 02/B (Fisica della materia), ripartita in sperimentale (02/B1), teorica (02/B2) e applicata (02/B3); 02/C (Astronomia, Astrofisica e Geofisica), con un unico settore 02/C1 destinato ad assorbire FIS/05 e FIS/06.

In questo contesto la Didattica e la Storia della Fisica perdevano lo status di settore scientifico-disciplinare mentre i loro argomenti di ricerca erano introdotti in coda alle declaratorie di tutti gli altri settori, offrendo ai ricercatori del campo la libertà di afferire al settore che ritenevano più vicino ai loro interessi. In particolare, si immaginava che i settori di riferimento più tipici sarebbero stati quelli teorici: 02/A2 e 02/B2

Le dinamiche accademiche e soprattutto alcune scelte politiche portarono a una reinterpretazione radicalmente diversa della proposta CUN: i “nuovi” settori furono ridenominati “settori concorsuali” e furono affiancati ai vecchi settori scientifico-disciplinari, che non sparirono affatto e furono invece utilizzati per mantenere la classificazione delle attività didattiche, così come era stata prevista nelle tabelle delle Classi di laurea definite con la riforma del 1999. Quella classificazione era peraltro assai infelice per quanto riguardava la fisica, e uno dei principali obiettivi della proposta CUN era proprio il suo superamento. Ci limitiamo qui a ricordare la classificazione degli ambiti disciplinari “caratterizzanti” proposta dalla tabella della Classe L-30 “Scienze e tecnologie fisiche”:

- Sperimentale e applicativo: FIS/01 e FIS/07
- Teorico e dei fondamenti della fisica: FIS/02 e FIS/08
- Microfisico e di struttura della materia: FIS/03 e FIS/04
- Astrofisico, geofisico e spaziale: FIS/05 e FIS/06

La proposta originaria del CUN era chiaramente volta a scompaginare questo assetto, superando in questo modo alcuni vincoli burocratici che, sulla base della classificazione sopra riportata, introducevano una forte e indesiderabile rigidità nella definizione degli ordinamenti didattici.

La creazione dei “settori concorsuali” peraltro si accompagnava alla creazione dell’ANVUR (Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca) e all’attivazione di meccanismi di valutazione pesantemente basati sull’uso di indicatori bibliometrici e sulla creazione di “soglie” che facevano riferimento a valori mediani calcolati per ciascun settore concorsuale e ciascuna fascia docente. L’impatto di tale scelta era chiaramente devastante per tutto il settore della Didattica e della Storia della Fisica, la cui tipologia di pubblicazione differisce radicalmente in termini qualitativi e quantitativi da quella degli altri settori della fisica. Si dovette quindi giungere nel giro di pochi anni a una importante revisione, che comportò la soppressione del settore concorsuale 02/B3, la creazione di un nuovo macrosettore comprendente il solo settore concorsuale 02/D1, a sua volta articolato nei settori scientifico-disciplinari FIS/07 e FIS/08, dotati di indicatori bibliometrici distinti e differenti e uniti in un unico settore concorsuale soltanto al fine di avere una base sufficientemente ampia di potenziali commissari per le commissioni di abilitazione e di concorso (D.M. 2015).

Questa però non è la fine della storia, in quanto l’esigenza di garantire adeguata rappresentatività ai differenti settori scientifico-disciplinari nella formazione delle commissioni di abilitazione finì col tradursi in un rigido algoritmo che rende legalmente impossibile la presenza in commissione di commissari il cui settore scientifico-disciplinare rappresenti meno del 10% del settore concorsuale. Di fatto, nel caso di FIS/08 il numero degli ordinari è sempre talmente limitato da rendere impossibile la presenza di uno di loro in commissione per cui si deve necessariamente ricorrere a pareri *pro veritate*, il cui peso nelle valutazioni sarebbe poi tutto da verificare. In questo modo ci si avvia verso un’estinzione di fatto del settore.

Bibliografia

Annuario del Ministero della Pubblica Istruzione, Roma 1894-1929.

Annuario del Ministero dell’Educazione Nazionale, Roma 1930-1943.

Borrelli, A. & Schettino, E. (2005), “La prima cattedra di storia della fisica in Italia: un’occasione mancata”, *Scienza & Politica*, 33, pp. 75-110.

D.M. (2000). *Decreto Ministeriale 4 ottobre 2000. Settori scientifico-disciplinari*.

D.M. (2011). *Decreto Ministeriale 29 luglio 2011, n. 336. Determinazione dei settori concorsuali, raggruppati in macrosettori concorsuali*

- D.M. (2015). *Decreto Ministeriale 30 ottobre 2015, n. 855. Rideterminazione dei macrosettori e dei settori concorsuali.*
- D.P.R. (1960). *Decreto del Presidente della Repubblica 26 luglio 1960, n. 1692. Modificazioni all'ordinamento didattico vigente per gli studi dei corsi di laurea in Fisica, in Scienze matematiche ed in Matematica e fisica.*
- D.P.R. (1990). *Decreto del Presidente della Repubblica 17 aprile 1990, Modificazioni all'ordinamento didattico universitario relativamente al corso di laurea in fisica. (Tabella XXI).*
- D.P.R. (1994). *Decreto del Presidente della Repubblica 12 aprile 1994, Individuazione dei settori scientifico-disciplinari degli insegnamenti universitari.*
- R.D. (1935). *Regio Decreto 28 novembre 1935, n. 2044. Norme relative agli insegnamenti che debbono essere impartiti nelle Università e negli Istituti superiori. (Tabella XX).*
- R.D. (1936). *Regio Decreto 7 maggio 1936, n. 882. Sostituzione delle tabelle allegate al R. decreto 28 novembre 1935-XIV, n. 2044, relative agli insegnamenti propri alle lauree ed ai diplomi che sono rilasciati dalle Università e dagli Istituti superiori. (Tabella XXI).*
- R.D. (1938). *Regio Decreto 30 settembre 1938, n. 1652. Disposizioni sull'ordinamento didattico universitario. (Tabella XXI).*

Publicazioni scientifiche in Storia della Fisica

Giovanni Battimelli

Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, gianni.battimelli@gmail.com

1. Introduzione

Per prima cosa, vorrei analizzare il titolo che è stato assegnato al mio contributo, nel quale ogni parola nasconde un'ambiguità.

- “pubblicazioni”: questa parola ha un'ambiguità interna, in quanto può indicare sia i prodotti della ricerca (al curriculum si acclude “l'elenco delle pubblicazioni”), che i luoghi (solo cartacei quaranta anni fa, poi anche digitali) tramite cui i prodotti della ricerca vengono resi pubblici;
- “scientifiche”: ci stiamo chiedendo se fare storia sia o meno una pratica scientifica e, quindi, quali criteri debba soddisfare, per essere definita scientifica, una pubblicazione di storia della fisica (in ognuno dei sensi specificati sopra);
- “Storia della Fisica”: più o meno sappiamo di cosa stiamo parlando, ma sappiamo anche che ci sono tanti modi di fare “Storia della Fisica” (l'antica dicotomia tra storia interna e storia esterna, e poi storia delle istituzioni, storia dei laboratori, storia delle idee, storia delle pratiche e delle culture materiali, storia dei linguaggi scientifici, ecc.).

Da questo intreccio di questioni potremmo tirarci fuori decidendo di chiamare “pubblicazioni scientifiche in storia della fisica” i lavori presi in considerazione dalle commissioni giudicatrici per quanto riguarda la valutazione in ambito ANVUR (Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca) per la partecipazione alle procedure di valutazione per il conseguimento della Abilitazione Scientifica Nazionale relativa allo specifico settore concorsuale. Come evidenziato dal contributo di Paolo Rossi, però, questa potrebbe non essere la maniera più astuta di interpretare il significato di pubblicazione.

Nel mio contributo, ho deciso di non realizzare una rassegna dei lavori che soddisfano i canoni di scientificità della buona storia della fisica, ma di concentrarmi sulle pubblicazioni scientifiche, intese come sedi fisiche (riviste, giornali, documenti) sulle quali sono riportati i lavori di storia della fisica. Farò, quindi, un excursus dei principali giornali su cui abbiamo pubblicato i nostri lavori, basandomi largamente sulla mia esperienza personale e facendo osservazioni sulla dinamica che in questi 40 anni ha agitato il panorama delle pubblicazioni.

Il mondo delle pubblicazioni è, esso stesso, un mondo enorme e i luoghi in cui andiamo a cercare, o a scrivere i nostri lavori, aventi a che fare con la storia della fisica, costituiscono, infatti, un oceano infinito: oltre al più canonico esempio, il contributo di ricerca pubblicato su rivista specializzata dopo avere superato la *peer review*, abbiamo libri, atti di convegni, atti e pubblicazioni di istituzioni scientifiche – periodiche o occasionali, in quest'ultimo caso generalmente associate a qualche ricorrenza significativa – fino ad includere tutto ciò che va sotto il termine molto generico di “divulgazione scientifica”, che comprende quindi cose di qualità estremamente variabile, dalla infima all'eccellente.

Limitandosi all'ambito delle pubblicazioni in senso più stretto, i lavori di storia della fisica si distribuiscono su una variegata tipologia di giornali e riviste: ci sono le riviste disciplinari, che in maniera saltuaria, o regolare e cadenzata, ospitano anche lavori di ricerca sulla storia della disciplina a cui fanno riferimento; le riviste di storia della scienza in senso proprio, che spesso coniugano ricerca

storiografica e riflessione filosofica; e, per finire, le riviste dedicate proprio alla storia della fisica, dove storia è un termine vago che consente di sfiorare in varie direzioni, spaziando tra questioni di fondamenti e analisi epistemologica da una parte e sociologia della comunità scientifica e ruolo sociale della scienza dall'altra.

2. Il contesto internazionale

Di seguito provo a fare delle riflessioni, cominciando dalle pubblicazioni risalenti al momento in cui siamo nati come Gruppo Nazionale di Ricerca CNR in storia della fisica, quindi tra la fine anni '70 e l'inizio degli anni '80. Senza nessuna pretesa di esaustività, passo in rassegna alcune delle principali riviste che all'epoca ospitavano lavori di storia della fisica.

Nel panorama internazionale delle riviste generaliste di storia della scienza non si può non partire da *Isis*, fondata da George Sarton nel 1912, che era allora, e verosimilmente resta ancora oggi, la rivista per eccellenza, per anzianità e per prestigio, strumento prezioso per chiunque si occupi di storia della scienza e, anche, di storia della fisica. La sua bibliografia, regolarmente pubblicata, è uno strumento di consultazione fondamentale.

Insieme a *Isis* va ricordata anche *Osiris*, comparsa nel 1936, che, a differenza della prima, tipicamente esce con un volume unico annuale monotematico.

Sempre di taglio generalista erano gli *Studies in History and Philosophy of Sciences*, una rivista nata nel 1970 che tende a guardare alla storia della scienza, coniugando l'indagine storica con la riflessione filosofica.

All'intersezione tra indagine storica e riflessione sui fondamenti, nel 1980 apparve *Fundamenta Scientiae*, una rivista che si è sempre occupata soprattutto delle questioni fondazionali ed epistemologiche, ma che inizialmente ha ospitato lavori interessanti di storia della fisica, più di quanto non abbia fatto *Foundations of Physics*, che pur essendo specificamente dedicata alla fisica è stata strettamente legata ai fondamenti, e non ha ospitato lavori di storia della fisica in senso stretto.

Meno generalista, più confinata entro il recinto delle scienze "esatte", c'era l'*Archive for History of Exact Sciences*; Clifford Truesdell, uno dei padri del rinnovamento della meccanica razionale e fondatore nel 1960 della rivista, le ha impresso un taglio molto incentrato sulla storia della matematica, della matematica applicata e, quindi, della fisica, che è rimasto inalterato fino ai nostri giorni.

C'erano poi riviste disciplinari che si aprivano, in modo irregolare o con una attenzione più sistematica, agli sguardi retrospettivi sulla propria evoluzione; un bell'esempio è la *Annual Review of Fluid Mechanics*, che fin dal primo numero nel 1969 ha regolarmente dedicato l'articolo di apertura a contributi di carattere storiografico, in genere ricordi personali o articoli riguardanti protagonisti importanti della storia della meccanica dei fluidi.

Per venire più specificamente alla storia della fisica, credo si possa sostenere senza esitazione che, se non l'unico, certo il principale punto di riferimento internazionale era costituito dagli *Historical Studies in Physical Sciences*. Le sue origini risalgono alla rivista *Chimia*, che per lungo tempo si è occupata di storia della chimica e che, dopo una breve interruzione, è risorta nel 1969, mutando nome e disciplina di riferimento, con la costituzione a Berkeley dell'*Office for History of Science and Technology*, sotto la direzione di Russell McCormach. Per tutto il corso degli anni '70 gli articoli comparsi su *HSPS* hanno segnato il dibattito storico e la rilevanza della storia della fisica al momento.

Infine, anche se la storia dell'astronomia ha ufficialmente affiancato quella della Fisica nella denominazione della nostra società solo nel 1999 con la costituzione della SISFA, fin dagli inizi contributi di storia dell'astronomia sono stati presenti nei congressi annuali del Gruppo nazionale del CNR. E la rivista di riferimento era, dal 1970, il *Journal for the History of Astronomy*.

3. Il panorama italiano

Se a livello internazionale la rivista di storia della scienza era *Isis*, a livello nazionale questo ruolo era saldamente occupato da *Physis*, fondata nel 1959. Che era, ed è, per l'appunto una rivista di storia della scienza, non di storia della fisica.

Non è certo questa la sede per ripercorrere le complicate vicende che hanno segnato nel nostro paese i rapporti tra la storia della scienza, radicata nelle facoltà umanistiche, con le loro dinamiche accademiche e culturali, e la storia delle diverse discipline scientifiche (fisica in particolare) prodotta da ricercatori di formazione scientifica e operanti nei dipartimenti della facoltà di Scienze. E' una dinamica che ha conosciuto alterne vicende, con alcuni tratti che sono stati specificamente italiani, e che è stata particolarmente vivace proprio una quarantina di anni fa, quando al tempo stesso erano ancora molto diffuse le discussioni, spesso fortemente polemiche, sulla funzione da assegnare alla storia delle scienze per una piena comprensione del loro ruolo sociale, e la spinta alla professionalizzazione dell'attività di ricerca nel campo da cui siamo nati come gruppo nazionale.

In Italia, questo tipo di dibattito ha trovato spesso espressione anche in contributi significativi di carattere storiografico che sono stati ospitati su una serie di riviste, che probabilmente ora non sarebbero classificabili come "pubblicazioni scientifiche di Storia della Fisica", come *Le Scienze*, *Sapere*, *Critica marxista*.

Naturalmente c'era anche l'attività editoriale della SIF, che è stata approfondita nel contributo di Nadia Robotti. Articoli di storia della fisica comparivano in modo irregolare ma con una certa frequenza sul *Giornale di Fisica*, o sul *Nuovo Saggiatore*. Si trattava peraltro nella quasi totalità dei casi più di sguardi retrospettivi di protagonisti della storia della fisica italiana che di veri lavori di ricerca prodotti da storici della disciplina. Per avere in Italia una pubblicazione regolare, specificamente dedicata alla storia della fisica, abbiamo dovuto aspettare il 1997, quando la SIF ha dato alla luce i *Quaderni di Storia della Fisica*.

Poiché non parlo anche degli atti dei convegni, mi limiterò a menzionare solo *en passant* una pietra miliare della storia della fisica in Italia, che è rappresentata proprio dagli atti dei nostri convegni annuali, prima come Gruppo nazionale del CNR, quindi dal 1999 come SISFA.

Mi sembra utile ricordare a questo punto due vicende italiane completamente diverse tra loro, ma significative per l'evoluzione della professionalizzazione dell'attività di ricerca di storia delle discipline scientifiche, in particolare in storia della fisica, e della loro integrazione nel sistema accademico in generale del nostro paese.

Testi e contesti è stata una rivista pubblicata con una certa regolarità per circa quattro anni, dal 1979 al 1983, a cura di un gruppo di giovani ricercatori di formazione scientifica, nella stragrande maggioranza fisici e matematici, che si erano rivolti all'interesse verso la storia nelle proprie discipline sull'onda delle questioni relative a scienza e società, e critica della scienza, che hanno caratterizzato gli anni '70 mescolando, in maniera ancora molto confusa, l'interesse per la storia in quanto strumento per fare meglio il proprio mestiere di scienziati e l'interesse per la storia in quanto direzione in cui svolgere la propria attività culturale come accademici, in una situazione in cui tutto questo era ancora estremamente fluido. È stato un periodo breve, ma significativo, in cui si sono formate alcune delle persone e delle vocazioni verso la storia della scienza, e in particolare della fisica, che hanno contribuito alla crescita della disciplina negli anni successivi.

Questo processo di faticosa professionalizzazione dell'attività di ricerca in storia della fisica che ha portato alcuni ad abbandonare la precedente attività di ricerca in fisica in senso stretto per rivolgersi alla storia ha avuto un secondo momento abbastanza importante, anche se purtroppo con effetti in qualche modo effimeri, nella *Rivista di Storia della Scienza*. Nei dipartimenti scientifici, in particolare di fisica, c'erano già docenti identificati accademicamente come "storico della ...", fino al punto in cui a Roma è stato possibile istituire e mantenere in vita, per un periodo, una pubblicazione di storia delle

scienze, interamente gestita e progettata per la prima volta all'interno della facoltà di scienze e non in una facoltà umanistica. Il comitato scientifico della rivista comunque coinvolgeva alcuni dei nomi più prestigiosi della comunità generale di storia della scienza in senso lato. Questa rivista ha avuto vita breve e discontinua; un periodo iniziale di tre anni, tra il 1984 e il 1986, cui ha fatto seguito un lungo silenzio, per risorgere per un altro quadriennio tra il 1993 e il 1996, seguendo le alterne vicende (soprattutto finanziarie) dell'allora Seminario di Storia della Scienza della Facoltà di Scienze della Sapienza. La rivista ha rappresentato un indicatore chiaro dell'esistenza di una presenza attiva e di buona qualità nel campo dell'editoria relativo alla storia delle scienze di provenienza prettamente scientifica.

4. Verso il nuovo millennio

Se ci spostiamo in avanti di circa un ventennio, verso la fine degli anni '90 e l'inizio del nuovo millennio, si avvertono chiaramente i segni di un periodo di transizione, nelle tematiche e negli approcci come nel profilo delle riviste di settore. Il primo segno è un percepibile mutamento di status della fisica, come oggetto di interesse degli storici della scienza.

Come già osservato da Pasquale Tucci, tra le scienze sperimentali la fisica si era sempre vista assegnare il ruolo di eccellenza nella scala delle gerarchie disciplinari, da cui discendevano poi le altre (la chimica, la biologia, e giù a scendere, che per nobilitarsi si trasformavano in chimica fisica, biofisica e via a risalire). Questo tipo di gerarchia epistemologica è andato in crisi: il baricentro occupato fino allora dalla fisica si è spostato verso le scienze della vita, come biologia, genetica, biologia molecolare, anche in conseguenza della diffusione di una cultura che, a torto o a ragione, vedeva nella fisica gli elementi di pericolosità e di problematicità rispetto alle nuove sensibilità ambientali che si sviluppavano all'epoca. In questo hanno largamente pesato le questioni di carattere etico, che portavano al centro dell'attenzione le dinamiche tipiche delle scienze biologiche.

Intanto, la storia della scienza si è progressivamente liberata da una posizione subalterna nei confronti della filosofia della scienza. Ricordo al riguardo una affermazione perentoria ed esplicita di Peter Galison che cito a memoria: "L'abbiamo fatta finita finalmente con il periodo in cui il mestiere dello storico consisteva nel fabbricare esempi edificanti che servissero di supporto a qualche epistemologia più o meno efficace". Penso che Galison abbia centrato il punto, constatando che gli storici della fisica, pur mantenendo tutti gli interessi culturali derivanti dalle intersezioni con gli ambiti disciplinari contigui, in particolare con la riflessione filosofico-epistemologica, rivendicavano ormai appieno una propria autonomia. Lo storico della fisica ha cominciato a scrivere di storia per fare storia, e non per fornire esempi edificanti al servizio di qualche filosofia adottata come riferimento intellettuale fondamentale. Il risultato è stato che abbiamo avuto, verosimilmente, un po' meno affreschi generali (grandi storie o ricostruzioni o interpretazioni ispirate a qualche filosofia generale) e molte più microstorie, con maggiore attenzione alle specificità delle singole vicende e delle singole pratiche.

Contestualmente, si è osservato uno spostamento del baricentro degli interessi di ricerca. In generale, verso eventi e tempi più vicini; gli storici hanno cominciato ad esplorare le vicende della fisica della seconda metà del Novecento.

Per quanto riguarda l'Italia, c'è stata una sensibile conversione verso la storia della fisica italiana recente, che, fatte salve alcune eccezioni legate a qualche nome particolare (Fermi e Majorana) prima era un settore di ricerca relativamente poco coltivato; un momento significativo che ha reso particolarmente visibile questo processo, e ha innescato tutta una serie di ricerche successive, è stata l'occasione fornita dal centenario della nascita di Fermi, proprio all'inizio del nuovo secolo. Ai ricordi personali e alle testimonianze dei protagonisti si sono progressivamente sostituiti i lavori di ricerca degli storici, stimolati e arricchiti dalla nuova attenzione sviluppatasi nel frattempo per il

reperimento e la conservazione delle fonti. Gli archivi, delle istituzioni scientifiche e di persone, hanno aperto nuovi orizzonti di ricerca e consentito di produrre storie migliori, perché più vincolate all'evidenza sedimentata nel tempo sotto forma di documenti.

È interessante vedere come questi mutamenti abbiano lasciato tracce esplicite che si possono evincere dalla dinamica di alcune delle riviste che ho menzionato prima.

Gli *Historical Studies in Physical Sciences* cambiano nome nel 1986 per diventare *Historical Studies in Physical and Biological Sciences* e infine, nel 2008, *Historical Studies in Natural Sciences*. Analogamente, *Studies in History and Philosophy of Science* si suddivide in una serie di riviste parallele: nel 1995 si sdoppia in *Studies in History and Philosophy of Science A* e *Studies in History and Philosophy of Science B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*; e nel 1998 compare *Studies in History and Philosophy of Science C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*. Tra queste, la principale si rivelò essere poi *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*.

Nel 1997, contestualmente alla apparizione sulla nostra scena nazionale dei *Quaderni di Storia della Fisica*, nasce *Physics in Perspective*. La presentazione della rivista chiarisce obiettivi e ambizioni della rivista, dietro cui è facile riconoscere alcuni tratti del cambiamento che sta intervenendo nelle attenzioni e nelle sensibilità verso la storia della disciplina:

Physics in Perspective seeks to bridge the gulf between physicists and non-physicists through historical and philosophical studies that typically display the unpredictable as well as the cross-disciplinary interplay of observation, experiment, and theory that has occurred over extended periods of time in academic, governmental, and industrial settings and in allied disciplines such as astrophysics, chemical physics, and geophysics. The journal also publishes first-person accounts by physicists of significant contributions they have made, biographical articles, book reviews, and guided tours of historical sites in cities throughout the world. It strives to make all articles understandable to a broad spectrum of readers – scientists, teachers, students, and the public at large (*Physics in Perspective*).

Una decina di anni più tardi, nel 2010, l'*European Physical Journal*, la pubblicazione che affonda le sue origini negli storici *Annales de Physique* fondati nel 1914, inaugura, accanto alla serie delle riviste dedicate agli specifici settori di ricerca, *EPJH: Historical Perspectives on Contemporary Physics*, dove H sta per History. È interessante leggere la presentazione di questa nuova rivista, che ripropone in termini aggiornati al 2010 la vecchia questione di cosa significa essere contemporaneamente fisici e storici e di cosa voglia dire fare storia della fisica:

This is the only journal to address the history of physics primarily from the physics and physicists' perspective. Being an integral part of a core physics publishing platform, it is intended to support physicists in their quest to reflect on, understand, and improve their own discipline. It is also intended to promote fruitful interaction between working physicists and historians of sciences (*EPJH*).

È interessante confrontare le due presentazioni di *Physics in Perspective* e di *EPJH*. Entrambe riviste specificamente dedicate alla storia della fisica, appare comunque chiaro che le motivazioni culturali che le sottendono non sono esattamente sovrapponibili. E il confronto ripropone antiche domande, legate in parte anche alle ambiguità cui facevo cenno all'inizio. Per chi scriviamo, noi storici della fisica, che in quanto tali stiamo a cavallo tra i “working physicists and historians of sciences”? Per “the public at large” o per i “physicists”? Il nostro obiettivo è quello di “support physicists in their quest to reflect on, understand, and improve their own discipline”, o puntiamo piuttosto a “bridge the gulf between physicists and non-physicists”? Non sono, chiaramente,

domande cui è necessario dare una risposta unitaria; la diversità di approcci e stimoli culturali che ne derivano è la ricchezza della nostra attività.

Comunque, visto che, quale che sia la percezione del senso del nostro mestiere, sempre all'intersezione tra la comunità dei fisici e quella degli storici della scienza ci troveremo ad operare, può non essere inutile rilevare, come ultimo spunto di riflessione sulle "pubblicazioni scientifiche in Storia della Fisica", che nella lista dei periodici consultati per la bibliografia di *Isis* non figura *EPJH*. A dispetto delle buone intenzioni, sembra che sia ancora difficile parlare di storia ai fisici facendosi ascoltare dagli storici (e viceversa?).

Bibliografia

EPJH: Historical Perspectives on Contemporary Physics. Presentazione della Rivista: obiettivi e scopi. Consultabile al link:

<https://www.springer.com/journal/13129/aims-and-scope> (Accesso 31 Luglio 2023).

Physics in Perspective. Presentazione della Rivista: obiettivi e scopi. Consultabile al link:

<https://www.springer.com/journal/16/aims-and-scope> (Accesso 31 Luglio 2023).

Panoramica sulla Storia della Fisica del XX secolo negli Stati Uniti e in Germania: ambiti istituzionali e direzioni di ricerca

Roberto Lalli

Politecnico di Torino, roberto.lalli@polito.it

Max Planck Institute for the History of Science, Berlin

1. Introduzione

Gli organizzatori del workshop mi hanno chiesto di presentare la mia esperienza personale di studioso in storia della fisica che, dopo il dottorato conseguito nel 2011 a Milano, ha proseguito la sua attività accademica in maniera continuativa all'estero, prima negli Stati Uniti e poi in Germania, per oltre dieci anni. Per rendere tale esperienza più significativa per le discussioni relative ai 40 anni di Storia della Fisica e dell'Astronomia in Italia, cercherò di tratteggiare una panoramica, seppur parziale e limitata, di cosa sta avvenendo a livello internazionale, senza però addentrarmi in una riflessione concettuale sulle traiettorie storiografiche. Presenterò il mio percorso focalizzandomi su due aspetti interconnessi: gli ambiti socio-istituzionali e le direzioni di ricerca nei diversi contesti nazionali che ho avuto modo di conoscere. Nelle conclusioni, cercherò di fare delle considerazioni di carattere generale sul futuro della disciplina della storia della fisica del XX secolo sulla base della mia esperienza e dello stato attuale della sua posizione accademica e istituzionale in Italia. Il messaggio centrale della mia relazione è che un percorso di ricerca in storia della scienza di studiosi con formazione avanzata in materie tecno-scientifiche (per esempio con laurea in fisica) è un percorso tutto sommato normale negli ambienti nazionali che conosco meglio, ma la carriera accademica non si sviluppa mai, tranne che in rarissimi casi, all'interno di dipartimenti scientifici (per es. in fisica). L'apparato accademico-istituzionale per questo tipo di ricerche e per le relative carriere accademiche è costituito da altri tipi di dipartimenti. Questo ovviamente ha un impatto notevole sui temi e sugli sviluppi della disciplina sia nei vari ambiti nazionali, sia in ambito internazionale.

2. Lo status della Storia della Fisica recente negli Stati Uniti e in Germania

L'ambito di ricerca al quale mi riferisco è la storia della fisica recente, dove per fisica recente si intende la storia della fisica nel XX e XXI secolo. Tale definizione implica l'assunzione che qualunque evento già accaduto, per quanto recente, possa essere oggetto di ricerca storica, anche riconoscendo le varie problematiche metodologiche e concettuali di tale assunzione, problematiche che non discuterò in questa sede. Si preferisce recente a moderna perché l'uso acritico delle categorie fisica classica e fisica moderna da parte degli storici della scienza è stato fortemente criticato, specialmente da Staley (2005) e Gooday e Mitchell (2017). Questi hanno mostrato come la creazione di queste categorie sia stata una conseguenza di argomenti e necessità di uno specifico gruppo di fisici agli inizi del secolo scorso. In secondo luogo, l'uso di tali categorie ha delle connotazioni molto forti privilegiando gli elementi di discontinuità rispetto a quelli di continuità. In alcuni casi, come per la fisica applicata, questa discontinuità risulta una forzatura a livello analitico. Anche se la maggioranza delle critiche è rivolta più al concetto vago e poco utile di fisica classica che di fisica moderna, nel contesto di questa relazione pare più sensato usare un termine più neutro e inclusivo come fisica recente seguendo Staley (2013).

Quello che tenterò di fare nella mia relazione è di fornire una panoramica di alcuni *trend* principali di ricerca nella storia della fisica recente negli Stati Uniti e in Germania con un'attenzione specifica agli ambiti istituzionali dove questa ricerca si svolge e alle comunità scientifiche di

riferimento. È ovviamente molto complesso e in parte artificiale separare ambienti nazionali dal generale sviluppo internazionale di una disciplina. Ciononostante, mi pare sensato offrire una panoramica di questi due Paesi in quanto, sebbene ogni studioso si rapporti a comunità sia nazionali sia internazionali, in generale lavora in specifiche istituzioni che sono inserite in un contesto disciplinare e culturale, nonché amministrativo e legale, di carattere nazionale.

Una panoramica in genere corre il rischio di diventare un elenco noioso di istituzioni, studiosi e programmi di ricerca. Per evitare questo rischio ritengo sia utile considerare tale ambito di studio all'interno e in relazione a tre ambiti disciplinari e più ampie comunità scientifiche: quelle degli storici della scienza, dei filosofi della scienza, e dei fisici. Ovviamente ce ne sono anche altre, ma la recente si riferisce soprattutto a questi tre ambiti. I tre ambiti non sono nettamente disgiunti, e alcuni programmi di ricerca possono prefiggersi di comunicare con più di una delle tre comunità sopra elencate, e spesso lo fanno. Ciononostante, dal punto di vista istituzionale, le tre categorie analitiche risultano molto utili e le utilizzerò per discutere lo stato della storia della fisica recente negli Stati Uniti e Germania.

2.1. Da motore trainante alla marginalità nella Storia della Scienza

A livello internazionale il maggiore dei tre ambiti sopra elencati è, o quanto meno è stato, la Storia della Scienza. Prima di addentrarmi nella discussione degli ambiti nazionali della mia relazione ha senso fare una premessa generale sullo status della storia della fisica recente all'interno della storia della scienza. Negli ultimi decenni la storia della fisica ha perso quel ruolo pionieristico o *mainstream* all'interno della disciplina della storia della scienza che ebbe in passato e che ha plasmato il campo almeno fino agli anni Ottanta. Basti pensare ai nomi di Thomas Kuhn, Gerald Holton, o Paul Forman, tra gli altri. Per motivi diversi, questi hanno avuto un'enorme influenza concettuale e metodologica sugli sviluppi della storia della scienza e, in parte, della filosofia della scienza, e tutti hanno dedicato molti studi alla storia della fisica recente, alcuni di loro, come Kuhn e Holton, partendo da una professione avviata come fisici.

Nel 1967 Derek de Solla Price (1967), anche lui fisico di professione prima di dedicarsi alla storia della scienza, calcolò che dei 144 storici della scienza, tecnologia e medicina operanti a tempo pieno in istituti statunitensi e canadesi, il 10 per cento lavorava alla storia della fisica recente. Uno studio statistico negli stessi ambiti nazionali, se venisse compiuto oggi, darebbe un risultato percentuale completamente diverso.

Un altro esempio è il periodico scientifico *Historical Studies in the Physical Sciences* creato da Russel McCormach nel 1969, che aveva come scopo principale quello di pubblicare studi che contemplassero sia la storia intellettuale sia la storia culturale delle scienze fisiche successive alla rivoluzione scientifica (McCormach, 1969). Nel 1985 il periodico cambia nome in *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, per poi divenire *Historical Studies in the Natural Sciences* nel 2008. Il cambiamento nel nome del periodico è sufficiente a testimoniare il cambiamento dei contenuti occorso tra gli anni '70 e il XXI secolo: un giornale interessato a combinare la storia intellettuale e culturale delle scienze fisiche moderne ha enormemente ingrandito lo spettro di discipline scientifiche cui esso si dedica, ma anche degli approcci metodologici e interessi culturali degli articoli ivi pubblicati.

È evidente che oggi la storia della fisica recente ha perso il ruolo centrale che essa aveva fino agli anni '80, e altri ambiti scientifici sembrano averla sostituita come fulcro innovativo e *mainstream* della storia della scienza. Questo ha delle forti ripercussioni per quanto riguarda programmi di ricerca e posizioni accademiche. Non mi addentrerò sulle motivazioni che hanno portato la storia della fisica recente a perdere la sua posizione centrale all'interno della storia della scienza, ma proverò ad analizzare la situazione attuale negli Stati Uniti.

2.2. Negli Stati Uniti

2.2.1. Storia della scienza dopo il *cultural turn*

Nel cercare di comprendere lo status della storia delle scienze esatte nel mondo anglosassone e, in special modo, negli Stati Uniti, il punto centrale cui partire è il cosiddetto *cultural turn* nelle scienze umani e sociali che ebbe inizio negli anni settanta (Chaney, 2002). Tale movimento ha modificato profondamente la disciplina della Storia della Scienza provocando una considerevole e profonda riconfigurazione di interessi, domande di ricerca, e approcci metodologici. Mentre la centralità era prima data allo studio delle idee, il *cultural turn* ha portato, da un lato, a porre al centro dell'interesse le pratiche scientifiche e la loro relazione al contesto culturale in cui la conoscenza scientifica veniva prodotta e, dall'altro, ha generato una forte attenzione verso le dinamiche sociali nell'evoluzione scientifica in relazione allo sviluppo di un nuovo campo di studi intitolato STS (che prima indicava *Science and Technology Studies*, e ora, sempre più spesso, *Science Technology and Society*). Il campo di studio STS ha proposto una serie di approcci alla sociologia della scienza, della tecnologia e della conoscenza che, nelle visioni più estreme, era rappresentata dalla posizione costruttivista-relativista della conoscenza scientifica che partiva dall'assunto che la scienza fosse sullo stesso piano delle altre attività culturali degli esseri umani, come la letteratura e le arti, e che come tale potesse, e dovesse, essere analizzata con metodologie sociologiche.

Negli Stati Uniti, la storia della scienza nel suo insieme ha subito un'enorme modifica dovuta al *cultural turn*, e la storia della fisica recente ha seguito questa tendenza (Seth, 2011), anche producendo studi pionieristici in tal senso, come la famosa tesi di Paul Forman (1971). Come noto, Forman cercò di dimostrare che il *milieu* culturale nella repubblica di Weimar, ostile al determinismo e al materialismo, condizionò l'approccio dei fisici mitteleuropei portandoli ad abbandonare il principio di causalità in fisica, passo essenziale nello sviluppo della meccanica quantistica. Questo articolo apparve nel 1971 nel già citato periodico *Historical Studies in the Physical Sciences (HSPS)*. La creazione stessa del giornale *HSPS* era in effetti un'espressione di questa profonda riconfigurazione degli interessi, delle domande di ricerche e delle metodologie risultante dal *cultural turn*. Infatti, obiettivo esplicito del giornale era quello di superare la dicotomia tra approccio internalista ed externalista nello studio storico dello sviluppo scientifico (McCormmach, 1969). La situazione attuale in storia della scienza, almeno negli Stati Uniti, è da considerarsi in quest'ottica. I programmi di ricerca che si focalizzano sul contesto culturale e sociale, piuttosto che sul contenuto scientifico e delle idee in senso stretto, sono maggioritari, e la storia della fisica recente ha dovuto necessariamente rapportarsi con questi temi per avere una qualche risonanza nella comunità allargata degli storici della scienza negli Stati Uniti.

2.2.2. Contesti istituzionali e line di ricerca negli Stati Uniti

Questa comunità è rappresentata dalla *History of Science Society*. Fondata nel 1924 da George Sarton, la *HSS* è la prima e più grande società professionale di storici della scienza. Le sue attività principali sono l'organizzazione di un convegno annuale e la pubblicazione dei periodici *Isis* e *Osiris*. Considerati tra i più influenti periodici nella storia della scienza gli articoli che appaiono nei due periodici ben rappresentano le maggiori tendenze di ricerca all'interno della *HSS*. Nonostante il carattere internazionale delle conferenze e degli associati, la società rappresenta soprattutto il mondo accademico e di ricerca statunitense (solo un terzo dei soci risiede professionalmente fuori degli Stati Uniti). In questo contesto, anche se siamo in un periodo che si può definire *post-cultural turn*, gli indirizzi di ricerca che hanno un forte impatto nella storia della scienza sono ancora quelli definiti dal *cultural turn*. Le domande principali formulate dagli studiosi e gli approcci con le quali

si cerca di dar loro una risposta dipendono, però, molto da cosa s'intenda per cultura e da come s'intendano le relazioni tra cultura e contesti sociali, politici, economici e storia intellettuale.

Nella storia della fisica recente è stata molto influente una visione antropologica della cultura che definisce l'ambito di studio nelle pratiche, nei valori, nelle azioni e nelle credenze che gli scienziati usano per dare senso al loro lavoro (Galison & Warwick, 1998; Camilleri, 2015). Si è sviluppata negli ultimi decenni un'attenzione profonda per le pratiche che gli scienziati svolgono, per come queste pratiche influiscano nella produzione della conoscenza e per come sia le pratiche che la conoscenza siano relate a una serie di valori epistemici, come per esempio il valore di oggettività che diventa esso stesso oggetto di studio storico, invece di essere considerato un principio scientifico universale e atemporale (Daston & Galison, 2007).

Questo tipo di ricerca, nell'ambito della storia della fisica recente, trova, o meglio trovava, il suo più eminente rappresentante in Peter Galison, professore di Storia della Scienza e di Fisica all'Università di Harvard, e, in particolare, nel suo libro *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics* (Galison, 1997). Questo approccio alla storia della fisica recente si basa su una grande conoscenza tecno-scientifica (Peter Galison vanta un dottorato in Fisica sperimentale oltre che in Storia della Scienza) in grado sia di produrre un'analisi storica accurata dei rilevatori e del loro utilizzo nella fisica delle particelle, sia di sviluppare tesi storiografiche sulle disomogeneità delle sotto-culture sperimentali, così come delle sotto-culture dei teorici, sperimentalisti e costruttori di strumenti. Questa tesi, e l'approccio metodologico su cui questa si basa, derivano dall'antropologia culturale e hanno avuto un impatto sulla disciplina della Storia della Scienza *tout court*. Inoltre, questo approccio ha profonde implicazioni anche per la filosofia della scienza in quanto critico delle assunzioni dei filosofi che si richiamano alle tradizioni positiviste e anti-positiviste per quanto concerne il rapporto tra teoria ed esperimenti. Infatti, il libro di Galison rappresenta uno dei più accurati studi storici a supporto della filosofia della cosiddetta scuola di Stanford della disunità della scienza, che ha promosso una visione molto critica delle pretese delle scienze naturali di essere universali e uniformi sia dal punto di vista metafisico che metodologico (Galison & Stump, 1996).

Prima di considerare i temi di ricerca, diamo uno sguardo d'insieme alla situazione istituzionale della Storia della Scienza, per come è presentata nel sito della HSS. In esso si trova un elenco di 54 strutture statunitensi dove si persegue lo studio della storia della scienza, tecnologia e medicina a livello di master o dottorato. Di questi, la maggior parte, 18, sono all'interno dei dipartimenti di storia, 12 sono all'interno di dipartimenti dedicati al STS, 10 sono all'interno di dipartimenti, centri, o programmi che si occupano specificamente di storia della scienza, 6 in dipartimenti di storia e filosofia della scienza, e 2 in dipartimenti di storia e sociologia della scienza, mentre 4 sono in altri tipi di dipartimenti, nessuno dei quali, tranne uno, direttamente collegato a una specifica disciplina scientifica. Se cerchiamo d'individuare gli studiosi che si occupano della storia della fisica recente in queste istituzioni, emerge che la storia della fisica recente trovi spazio soprattutto nei dipartimenti di storia della scienza e, in maniera più netta, nei dipartimenti di storia e filosofia della scienza, anche se in questi ultimi si tratta molto spesso di studiosi con formazione filosofica. In totale sono 19 gli esperti in storia della fisica recente. Di questi ben sette sono collegati, direttamente o indirettamente a Peter Galison a livello di formazione accademica, e il circuito di storia delle scienze fisiche del Nord-Est degli Stati Uniti è fortemente legato a lui. Va aggiunto che Galison negli ultimi anni sembra aver abbandonato la ricerca attiva in storia della fisica, impegnato com'è nella produzione di documentari e nella coordinazione di progetti scientifici che includano aspetti epistemologici e, in parte, storici, come il *Next Generation Event Horizon Telescope*.

Quali sono i temi di cui ci si occupa in questo ambiente accademico? Il periodo temporale è, nella maggior parte dei casi, quello della Guerra Fredda. Uno degli obiettivi centrali di molti progetti è capire quali fossero le caratteristiche principali della cosiddetta *Cold War Science* e come tale contesto abbia influito sul contenuto delle scienze in questo periodo di enorme crescita delle

attività scientifiche. In molti studi rimane centrale l'interesse per le pratiche scientifiche, intese soprattutto come attenzione agli strumenti utilizzati (soprattutto teorici, come nel caso dei diagrammi di Feynman), e per le pratiche pedagogiche che hanno portato alla formazione di tradizioni culturali legati a specifici stili epistemici e di ricerca (Kaiser, 2005). In molti studi, si discutono il ruolo e le azioni degli scienziati in ambiti di azione politica o di discussione filosofica in contesti molto diversi, quali la sfera pubblica e la dimensione dei comitati di esperti a supporto delle politiche nazionali degli Stati Uniti (Carson, 2010; Wilson, 2015). Un tema molto dibattuto riguarda il concetto di conoscenza nascosta esplorando la domanda su quanto abbiano influito le politiche di censura sviluppatosi in particolare durante la Seconda Guerra mondiale nei processi di produzione di conoscenza scientifica e di trasferimento internazionale della stessa (Galison, 2004; Wellerstein, 2021).

Mentre questo tipo di approccio interessato alla cultura, intesa soprattutto come insieme di prassi e valori in un particolare contesto storico e politico, sembra essere tra le tendenze più influenti del momento, tuttavia questa non è certamente l'unica e si possono vedere numerose altre tendenze e filoni nel mondo della ricerca sulla storia della fisica recente negli Stati Uniti. Per meglio inquadrare tali tendenze ha senso considerare le relazioni con le altre due comunità scientifiche introdotte sopra, ossia quelle dei filosofi della scienza e dei fisici. In questo contesto la storia della fisica recente è stata spesso condizionata da dibattiti in filosofia della fisica che spesso coincidono con domande di fondamenti di fisica. I temi di maggiore interesse sono stati tradizionalmente quelli concernenti la natura dello spazio e del tempo (o dello spazio-tempo) e l'interpretazione della meccanica quantistica. Questo ha prodotto una serie di studi storico-filosofici sulla teoria della relatività e sulla teoria dei quanti. Nel passato questa tradizione era legata all'università di Pittsburgh e, più recentemente, di Stanford, mentre al momento vede uno dei maggiori rappresentanti in Michel Janssen dell'università di Minnesota. Janssen è uno dei maggiori esperti di storia della teoria della relatività, sia ristretta sia generale, e della meccanica quantistica, e propone un approccio con un forte accento sulle problematiche epistemologiche e filosofiche nello sviluppo teorico in fisica con scarso interesse alle dinamiche sociali e ai contesti culturali.

Questo tipo di studi viene perseguito da un certo numero di studiosi negli Stati Uniti, anche se raramente questi appaiono nei programmi magistrali in Storia della Scienza. L'attenzione verso la figura di Einstein, le sue teorie e il suo impatto scientifico non è dovuta solo alla rilevanza del lavoro dello scienziato dal punto di vista filosofico e dei fondamenti della fisica, ma è anche legata all'esistenza di uno specifico ambito istituzionale: il progetto a lungo termine *Einstein Papers Project*, che si prefigge di pubblicare i testi e la collezione archivistica di Albert Einstein (<https://einsteinpapers.press.princeton.edu/>). Dal 2000 il progetto è diretto da Diana Kormos-Buchwald che ne ha spostato la sede istituzionale al California Institute of Technology. Iniziato negli anni '80 sotto la direzione di John Stachel, l'EPP è un progetto editoriale enorme che ha offerto, e plausibilmente offrirà, molte possibilità agli storici della fisica di studiare materiale archivistico inesplorato e, nel contempo, ottenere delle posizioni post-doc o di ricercatore. Negli ultimi 40 anni, moltissimi storici della fisica recente hanno avviato la loro carriera proprio in questo progetto, incluso il direttore del dipartimento I del Max Planck Institute for the History of Science, Jürgen Renn, e probabilmente continuerà ad essere un'importante fucina per il futuro. I lavori collegati a questo ambiente istituzionale sono soprattutto attinenti alla storia delle idee, ma c'è anche un'attenzione al contesto storico-politico, anche se con approcci molto diversi da quello sopra delineato.

I temi di filosofia della fisica teorica non sono gli unici collegati al campo della filosofia della scienza che hanno un impatto sulle ricerche in storia della fisica recente. Da una ventina d'anni, un sempre maggior interesse è stato diretto verso la filosofia della sperimentazione scientifica. Questo interesse ha avuto un grande impatto nella storia della fisica, in particolare grazie all'opera di Allan

Franklin e alla sua controversia con alcuni sociologi della scienza, in particolare Harry Collins, sul rapporto tra esperimenti e teoria nello sviluppo della fisica novecentesca. Franklin ha prodotto molti studi di carattere storico sulla razionalità della produzione del consenso da parte della comunità dei fisici riguardante il risultato sperimentale, l'evoluzione storica delle norme di rappresentazione dei risultati scientifici, e degli standard statistici per considerare un risultato accettabile (Franklin, 2013). Anche in questo caso, l'approccio si può considerare internalista, anche se governato da questioni attinenti alla filosofia della scienza e a un genuino interesse per il ruolo delle comunità scientifiche nel consolidare prassi che si considerano comunque nella loro valenza razionale piuttosto che culturale.

Tra gli estremi dell'approccio antropologico-culturale vicino alle tesi filosofiche della scuola di Stanford da un lato, e dall'altro di un approccio internalista vicino ai temi di fondamenti della fisica o della prassi sperimentale, abbiamo tutta una serie di studi e studiosi che affrontano questioni diverse nella storia della fisica recente con un'attenzione sia al contenuto sia al contesto. La tradizione forse più prolifica è quella che ha affrontato la storia dei laboratori di fisica partecellare con un'attenzione sia alla scienza sia ai temi sociali, istituzionali, politici che riguardavano l'attività di tali laboratori (Hoddeson, Kolb & Westfall, 2009). Questo filone, però, al momento pare essersi esaurito.

In ultimo, una tendenza molto diffusa si focalizza sulla storia politica e delle relazioni internazionali prefiggendosi di studiare la cosiddetta diplomazia scientifica e il ruolo dei fisici nelle relazioni internazionali da diversi punti di vista, che possano avere un *focus* sulla storia politica statunitense o avere un approccio transnazionale, soprattutto nel periodo della Guerra Fredda. Temi di ricerca riguardano, per esempio, l'influenza delle politiche nazionali sul trasferimento internazionale della conoscenza scientifica, oppure il supporto di apparati militari nello sviluppo di particolari scienze nel secondo dopoguerra. In questo ambito, le domande di ricerca non sono semplicemente di natura contestuale, ma domina il punto di vista secondo il quale la politica avrebbe inciso profondamente su metodi e risultati scientifici (Oreskes & Krige, 2014).

Da un punto di vista istituzionale, a parte i centri universitari sopra citati, la storia della fisica recente in questo momento viene promossa principalmente dal *Physical Sciences Forum* della HSS e il Forum per la Storia della Fisica dell'*American Physical Society*. All'interno di quest'ultimo si trovano fisici, storici e filosofi e l'attenzione è molto più rivolta a temi concernenti la storia intellettuale, anche se riconoscimenti sono stati dati anche a studiosi che offrono visioni più ampie e tesi concernenti la storia culturale, come Peter Galison e David Kaiser. Uno dei centri più importanti della storia della fisica negli Stati Uniti è il *Center for the History of Physics* dell'*American Institute of Physics*, il cui ultimo direttore, Gregory Good è andato in pensione e non è ancora chiaro quale sarà il futuro del centro.

Il centro contiene il *Niels Bohr Library and Archives* che possiede una documentazione archivistica molto ampia e importante per la storia della fisica recente, oltre che numerose interviste, molte delle quali scaricabili on-line, e una risorsa molto importante per la ricerca di collezioni archivistiche non solo statunitensi (<https://libserv.aip.org/ipac20/ipac.jsp?menu=search>).

È interessante notare che una posizione accademica all'Università del Maryland in Storia della Fisica sovvenzionata dall'*American Institute of Physics* sia stata assegnata ad una studiosa con forti interessi nelle pratiche editoriali dei giornali scientifici e nei processi di validazione della produzione scientifica, ossia nella storia del peer-review (Baldwin, 2015; Baldwin, 2018).

Per tirare le fila di questa panoramica, necessariamente incompleta e frammentaria, concludo osservando che, anche se la storia della fisica recente ha perso il ruolo importante che aveva negli anni sessanta e settanta, essa risulta ancora vitale e molto differenziata. Si possono evidenziare tendenze storiografiche evidenti e queste hanno delle chiare rappresentazioni istituzionali. Nonostante la varietà dei programmi di ricerca, le domande che gli storici al momento si pongono

sono raramente di natura puramente internalista, ma hanno collegamenti con diverse ambiti, o nelle scienze umane, o in filosofia della scienza, oppure, delle relazioni internazionali, come nel caso della storia transnazionale della circolazione dei saperi.

2.3. In Germania

La molteplicità di approcci vista per il contesto statunitense rappresenta anche la situazione a livello internazionale e, di riflesso, alcune delle osservazioni fatte per il caso statunitense valgono anche per l'ambiente tedesco. Ovviamente ci sono direzioni di ricerca e istituzioni che portano avanti approcci e programmi in contrasto con quelli statunitensi, ma lo schema generale proposto per il caso statunitense è valido anche per il caso tedesco. Mi limiterò, quindi, ad affrontare alcune specifiche esperienze, programmi di ricerche e istituzioni, legate al Max Planck Institute for the History of Science (MPIWG dal suo nome tedesco), nel quale ho lavorato dal 2013. Prima di entrare nei dettagli, è utile chiarire che il sistema tedesco di ricerca è diviso in strutture universitarie, che usualmente ricevono i fondi per la ricerca dalla *German Research Foundation* (DFG dalla sua denominazione tedesca), e istituti di ricerca. Tra gli ultimi la *Max Planck Society* (o MPG dalla denominazione tedesca Max Planck Gesellschaft) è decisamente il maggiore e più importante per quanto riguarda la ricerca di base, e il MPIWG è l'istituto della *Max Planck Society* dedicato alla storia della conoscenza.

Il MPIWG di Berlino è un centro fondamentale per la storia della scienza e ha svolto, dalla sua fondazione nel 1994, la funzione di *hub* nel network internazionale degli storici della scienza. Anche se diviso in tre dipartimenti, con tre direttori che portano avanti progetti e approcci metodologici profondamente diversi, l'intero istituto si richiama al programma di epistemologia storica. Come definire l'epistemologia storica è abbastanza complesso anche perché gli studiosi, che a questo ambito di ricerca si riferiscono, hanno visioni molto diverse su quali siano le domande da porre, gli oggetti di studio e le metodologie adeguate (Feest & Sturm, 2011). Mi limiterò, quindi, alla concezione di epistemologia storica perseguita da Jürgen Renn e il dipartimento I, il quale si è interessato sin dalla fondazione del dipartimento allo sviluppo a lungo termine delle teorie scientifiche, e al collegamento tra questi sviluppi e la formazione di modelli mentali, con l'obiettivo di proporre una teoria storica dell'evoluzione della conoscenza che tenga conto di come i vari livelli dell'attività scientifica abbiano interagito in questo processo, dalla conoscenza pratica, al contesto sociale, all'astrazione teorica (Renn, 2022a).

All'interno di questo vasto programma di ricerca, la storia della fisica recente ha avuto un posto privilegiato all'interno del progetto dedicato alla storia della meccanica. La genesi della relatività generale e la storia della teoria dei quanti sono stati oggetto di studio per anni, con progetti che hanno coinvolto molti studiosi (Renn, 2007). L'ultimo di questi progetti ha riguardato l'analisi della cosiddetta rinascita della relatività generale nel secondo dopoguerra (Blum, Lalli & Renn, 2020). Gran parte di quel filone cui erano collegati i progetti maggiori sulla storia della fisica recente, però, può considerarsi esaurito, almeno per quanto riguarda il supporto istituzionale e i fondi ad esso dedicati. Quello che per più di venti anni è stato un posto centrale per la storia della fisica recente, negli ultimi anni ha riconfigurato radicalmente gli interessi principali di ricerca.

In questo momento i programmi di ricerca maggioritari, in cui la storia della fisica recente è presente in maniera marginale rispetto al passato, sono quelli legati al ruolo della conoscenza nell'antropocene, che ha molte implicazioni politiche, sociali, economiche e, ovviamente, scientifiche. Un maggior tema di discussione è il ruolo della storia della scienza, e più in generale degli studi umanistici, nel comprendere i fenomeni globali dovuti all'impatto dell'uomo sull'ambiente e la formazione di un curriculum multi-disciplinare per affrontare le enormi sfide legate a tali cambiamenti. In questo caso la storia della fisica recente entra soprattutto in collegamento con la storia delle scienze della terra e del clima, così come nello sviluppo storico

dell'uso dei modelli come metodo d'indagine scientifica, spesso in connessione con la storia politica e sociale, e con il ruolo della diplomazia scientifica. Questo cambiamento negli interessi di ricerca ha portato Jürgen Renn e il dipartimento I del MPIWG ad essere uno dei principali promotori di un nuovo istituto della MPG: il *Max Planck Institute for Geoanthropology*, fondato pochi mesi fa con Jürgen Renn come *founding director* (Renn, 2022b).

In questo momento, la tradizione dei programmi di ricerca focalizzati sulla fisica teorica moderna è portata avanti solo da un gruppo di ricerca stabilitosi nel 2017 sotto la direzione di Alexander Blum con un progetto intitolato *Historical Epistemology of the Final Theory Program*. Il progetto, che durerà fino al 2025, ha come oggetto di studio i tentativi dei fisici teorici nella seconda metà del XX secolo di creare una teoria unificata di tutte le forze della natura conosciute.

Al di là del dipartimento I del MPIWG, altri gruppi sono recentemente emersi che si concentrano sullo studio della fisica recente. Il *Lichtenberg Group for the History and Philosophy of Physics*, fondato pochi anni fa all'università di Bonn sotto la direzione di Dennis Lehmkuhl, prosegue la tradizione di interazione tra Storia e Filosofia della Fisica con particolare riguardo alle problematiche filosofiche per le concezioni dello spazio e del tempo collegate alla relatività generale e ai vari tentativi teorici di modificarla. Ancora più recente è il progetto ERC vinto da Adrian Wüthrich alla *Technische Universität* di Berlino che si interroga sul processo di produzione collettiva di conoscenza che occorre all'interno delle grandi cooperazioni scientifiche al CERN. Questo progetto è fortemente basato su approcci innovativi dal punto di vista delle *digital humanities* e si collega all'unità di ricerca *Epistemology of the Large Hadron Collider* finanziata dalla DFG dal 2016. Mentre i progetti coordinati rispettivamente da Lehmkuhl e da Wüthrich hanno un impianto che prevede forte e continue interazioni con i fisici, nessuno dei due è istituzionalmente collegato a dipartimenti di Fisica.

Da questa breve carrellata da un lato si evince che, come nel caso degli Stati Uniti, personalità centrali, che erano state importanti per supportare gli studi in storia della fisica recente, abbiano notevolmente riconfigurato i propri interessi, e dall'altro si nota che nuovi progetti emergenti siano collegati intrinsecamente a questioni di carattere epistemologico, di epistemologia sociale o di Filosofia della Fisica. In ogni caso, in casi estremamente rari la ricerca si svolge all'interno dei dipartimenti di Fisica.

3. Conclusioni

Dopo questa panoramica, sicuramente parziale e limitata, basata com'è sulla mia traiettoria personale, mi permetto di elaborare alcune riflessioni finali. Da quando sono andato all'estero nel 2011 fino al momento in cui si è tenuto questo Workshop, il 15 e 16 dicembre 2021, in Italia sono state aperte tre posizioni di FIS/08 a livello di ricercatore che sono state vinte da studiosi impegnati nella ricerca storica. Due di queste posizioni sono legate alle necessità pedagogiche in scienza dell'educazione primaria di coprire l'aspetto della didattica della fisica nella formazione di insegnanti nella scuola primaria e dell'infanzia. L'altra posizione era collegata all'attività museale e di ricerca sugli strumenti scientifici. Negli Stati Uniti e in Germania, la storia della fisica si trova, a livello professionale, all'interno dei dipartimenti di Fisica solo in tre casi, e chi se ne occupa fa anche, se non prevalentemente, ricerca in fisica. In due di questi casi c'è un legame fortissimo con la didattica e la divulgazione, nel senso che i programmi di ricerca sono effettivamente di storia al servizio della didattica della fisica, o sono legati all'attività museale.

Ho mostrato come una quantità di ricerche legate alla storia della fisica, compiuta spesso da studiosi con alta formazione tecno-scientifica, hanno una portata molto diversa che non rientra nella casistica appena menzionata. Da questa esperienza e dalla situazione in Italia, ritengo che la storia della fisica ha forse la speranza di un futuro nei dipartimenti di Fisica solo se collegata alla ricerca nei

tre modi sopra enunciati, ossia se gli storici della fisica compiono anche ricerca attiva in fisica, se ci si occupa di storia in funzione del suo possibile ruolo nella didattica, o se ci si occupa di strumentazione scientifica in relazione ai musei collegati ai dipartimenti di Fisica. In questa situazione di *focus* molto ristretto, molti dei temi di ricerca sopra elencati non potranno essere perseguiti, mentre tali ricerche sono permesse, e anzi favorite, nel caso di affiliazione accademica in altri tipi di dipartimenti, come avviene all'estero.

Si potrebbe obiettare che ogni Paese ha le proprie tradizioni accademiche e strutture di ricerca. Questo certamente ha permesso lo sviluppo della storia della fisica e dell'Astronomia all'interno nei dipartimenti scientifici in Italia per come lo conosciamo. D'altro canto, è innegabile che, da un lato, ci si trovi di fronte a un processo di globalizzazione e, dall'altro, che il contesto di FIS/08 ha portato a delle aberrazioni, come l'uso delle soglie bibliometriche per la valutazione della ricerca in storia della fisica. Queste soglie sono considerate bassissime dai fisici del macro-settore di cui FIS/08 fa parte, ma allo stesso tempo semplicemente non hanno alcun senso rispetto alle prassi di valutazione della ricerca in storia della scienza, di cui la storia della fisica fa parte nel contesto internazionale. La mia impressione è che mantenere la ricerca in storia della fisica del XIX, XX e XXI secolo compiuta da studiosi con alta formazione tecno-scientifica all'interno dei dipartimenti di Fisica sia problematico alla luce di queste considerazioni, e che sia invece necessario ripensare la collocazione accademica universitaria di tali ricerche in modo che avvenga anche in altri tipi di dipartimenti, in linea con le prassi internazionali.

Bibliografia

- Baldwin, M. (2015). *Making 'Nature': The History of a Scientific Journal*. Chicago: University of Chicago Press.
- Baldwin, M. (2018). "Scientific Autonomy, Public Accountability, and the Rise of 'Peer Review' in the Cold War United States". *Isis*, 109 (3), pp. 538–58. doi: 10.1086/700070.
- Blum, A.S., Lalli, R. & Renn, J. (eds.) (2020). *The Renaissance of General Relativity in Context*. Basel: Birkhäuser. doi: 10.1007/978-3-030-50754-1.
- Camilleri, K. (2015). "The Shaping of Inquiry: Histories of the Exact Sciences after the Practical Turn", *Advances in Historical Studies*, 4 (2), pp. 68-84. doi: 10.4236/ahs.2015.42008.
- Carson, C. (2010). *Heisenberg in the Atomic Age: Science and the Public Sphere*. New York: Cambridge University Press.
- Chaney, D. (2002). *The Cultural Turn: Scene Setting Essays on Contemporary Cultural History*. Routledge.
- Daston, L. & Galison, P. (2007). *Objectivity*. New York: Zone Books.
- Feest, U. & Sturm, T. (2011). "What (Good) Is Historical Epistemology? Editors' Introduction". *Erkenntnis*, 75 (3), pp. 285–302. doi: 10.1007/s10670-011-9345-4.
- Forman, P. (1971). "Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory, 1918-1927: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Intellectual Environment". *Historical Studies in the Physical Sciences*, 3, pp. 1–115. doi: 10.2307/27757315.
- Franklin, A. (2013). *Shifting Standards: Experiments in Particle Physics in the Twentieth Century*. Pittsburgh, PA.: University of Pittsburgh Press.
- Galison, P. (1997). *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Galison, P. (2004). "Removing Knowledge". *Critical Inquiry*, 31 (1), pp. 229–43. doi: 10.1086/427309.
- Galison, P. & Stump, D.J. (eds.) (1996). *The Disunity of Science: Boundaries, Contexts, and Power*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Galison, P. & Warwick, A. (1998). "Introduction: Cultures of Theory". *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 29 (3), pp. 287–94.

- Gooday, G. & Mitchell, D.J. (2017). *Rethinking 'Classical Physics'*. in Buchwald, J.Z. & Fox, R. (eds.), *Oxford Handbook of the History of Physics*. Oxford: Oxford University Press, pp. 721-64.
- Hoddeson, L., Kolb, A.W. & Westfall, C. (2009). *Fermilab: Physics, the Frontier, and Megascience*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kaiser, D. (2005). *Drawing Theories Apart: The Dispersion of Feynman Diagrams in Postwar Physics*. Chicago: University of Chicago Press.
- McCormmach, R. (1969). "Editor's Foreword". *Historical Studies in the Physical Sciences*, 1, pp. vii-ix. doi: 10.2307/27757292.
- Oreskes, N. & Krige, J., (eds.) (2014). *Science and Technology in the Global Cold War*. Cambridge, MA: MIT Press.
- De Solla Price, D.J. (1967). "A Guide to Graduate Study and Research in the History of Science and Medicine". *Isis*, 58 (3), pp. 385-95.
- Renn, J. (ed.) (2007). *The Genesis of General Relativity: Sources and Interpretations*. 4 Vols. Boston: Birkhäuser.
- Renn, J. (2022a). *L'evoluzione della conoscenza: dalle origini all'Antropocene*. Carocci.
- Renn, J. (2022b). "From the History of Science to Geoanthropology". *Isis*, 113 (2), pp. 377-85. doi: 10.1086/719703.
- Seth, S. (2011). "The History of Physics After the Cultural Turn," *Historical Studies in the Natural Sciences*, 41 (1), pp. 112-22. doi: 10.1525/hsns.2011.41.1.112.
- Staley, R. (2005). "On the Co-Creation of Classical and Modern Physics". *Isis*, 96 (4), pp. 530-58. doi: 10.1086/498592.
- Staley, R. (2013). "Trajectories in the History and Historiography of Physics in the Twentieth Century". *History of Science*, 51 (2), pp. 151-77. doi: 10.1177/007327531305100202.
- Wellerstein, A. (2021). *Restricted Data: The History of Nuclear Secrecy in the United States*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Wilson, B. (2015). "The Consultants Nonlinear Optics and the Social World of Cold War Science". *Historical Studies in the Natural Sciences* 45 (5), pp. 758-804. doi: 10.1525/hsns.2015.45.5.758.

Storia della Fisica e formazione dei docenti*

Ivana Gambaro,¹ Lucio Fregonese²

¹ Università degli Studi di Genova, ivana.gambaro@unige.it

² Università degli Studi di Pavia, lucio.fregonese@unipv.it

1. Introduzione

In questa occasione, a quarant'anni dal primo convegno degli storici italiani della fisica che si tenne a Pavia al Collegio Ghislieri nell'ottobre 1981, sono lieta di poter condividere con Lucio Fregonese e con voi alcune riflessioni sugli intrecci possibili tra Storia della Fisica e Didattica, con uno sguardo specifico rivolto al tema della formazione docenti, che è tornato di recente d'attualità a seguito dell'emanazione del DL del 30 aprile 2022 n.36 convertito nella Legge del 29 giugno 2022 n. 79. Nell'autunno del 2021, preparando questo intervento, ho ripreso in mano contributi elaborati all'epoca delle SSIS (Scuole di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario) e ho ritrovato le dispense che la cara amica Maria Grazia Ianniello, purtroppo prematuramente scomparsa nel 2013, aveva steso per il corso rivolto ai futuri docenti. Scriveva Maria Grazia nel 2008:

Uso del laboratorio e uso della storia sono i due caposaldi del corso. Si ricorda che il caposcuola dell'uso del laboratorio nell'insegnamento della fisica è stato il progetto PSSC (*Physical Science Study Committee*) mentre a favore della storia si è pronunciato l'HPP (*Harvard Project Physics*) o PPC (*Project Physics Course*). Secondo la filosofia del PSSC l'attività sperimentale, condotta dagli studenti, è centrale mentre nel PPC l'accento si pone sulla storia come tessuto unificante per presentare sia la scienza, illustrata attraverso "casi esemplari" (*case histories*), sia l'attività di laboratorio, in modo da far conoscere agli studenti esempi significativi di "*science in the making*". Entrambi gli approcci, se affrontati correttamente, sono irrinunciabili nella pratica didattica e spetta all'insegnante scegliere l'uno o l'altro, o anche una combinazione dei due, per esempio nella ricostruzione di esperimenti storici di cui vedremo qualche esempio nel seguito (Ianniello, 2008, p.4).

Chiunque abbia svolto attività di formazione in questo ambito non può che condividere questo orientamento: *storia e laboratorio per un laboratorio di didattica della fisica*.

2. I percorsi formativi per i docenti in Italia dal 1999 ad oggi

Sono passati quasi 15 anni da quelle parole e le SSIS, ad oggi il migliore e più efficace percorso formativo per i docenti della scuola secondaria attuato in Italia, previste da una legge del 1999 e avviate solo nell'autunno del 1999 come percorso abilitante biennale, con 120 CFU,¹ sono scomparse nel marzo 2010 con la sessione invernale dell'AA 2008/09. Poco dopo analoga sorte toccò al TFA (Tirocinio Formativo Attivo) di durata annuale, con 60 CFU, ma nei fatti semestrale essendo compreso tra fine gennaio e fine maggio, che avrebbe dovuto, negli intenti dell'allora Ministro

* Gli autori hanno condiviso l'impostazione, i contenuti e la bibliografia di questo contributo. Quanto al testo Gambaro ha steso i paragrafi da 1 a 6 e Fregonese i paragrafi 7 e 8.

¹ Percorso comprendente corsi di area psico-pedagogica, didattico disciplinare, laboratoriale didattica ed infine il tirocinio nelle classi della scuola secondaria, oltre alla formazione informatica per la didattica e a quella linguistica rivolta all'inglese, livello B2 (Legge 19 novembre 1999 n. 341, D.M. del 26 maggio 1998).

dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca Maria Stella Gelmini, sostituirle in via definitiva fin dal 2011 e che ebbe invece due soli cicli negli AA 2012/13 e 2014/15.² Accompagnata dai PAS (Percorsi Abilitanti Speciali),³ volti a sanare nel transitorio la situazione del consistente precariato attivo nelle scuole italiane, la proposta formativa del TFA manifestò fin dall'inizio le proprie fragilità, già a partire dalla selezione degli ammessi ai corsi, fase di sovrabbondante complessità tanto da prevedere per la valutazione dei titoli, gli esami scritti e orali, la stesura delle graduatorie e i tempi tecnici per le rinunce, una durata di almeno tre mesi a fronte di un percorso formativo di circa quattro mesi!

In questo contesto l'esperienza più significativa è stata certamente quella delle SSIS, la cui scomparsa è imputabile a diversi fattori, ivi compresi quelli di ordine politico. La principale loro debolezza, a mio avviso, è da ricercarsi nell'assenza di una puntuale definizione del loro piano formativo che fosse omogenea a livello nazionale e in un mancato adeguato coordinamento tra le attività nelle varie sedi, che, se da un lato consentì lo sviluppo di interessanti esperienze a livello locale, dall'altro comportò una marcata debolezza istituzionale delle SSIS medesime.

Sulle ceneri delle SSIS, dei TFA e dei PAS la cosiddetta *Buona Scuola* di Matteo Renzi nacque a livello legislativo nel 2015, con la Legge 13 luglio 2015 n. 107. La nuova modalità di formazione iniziale e reclutamento, ovvero i corsi FIT (Formazione Iniziale e Tirocinio), proponeva un percorso triennale, da 180 CFU. dopo la laurea di secondo livello, con concorso di ammissione e di reclutamento, che fu rivisto più volte, modificando dapprima la durata e successivamente l'intera impostazione, senza mai venire attivato. Dei FIT, aboliti prima di divenire operativi, sono sopravvissuti solo i famosi 24 CFU, dedicati alle discipline psico-peda-antropologiche e solo in parte alle metodologie e tecnologie didattiche, che ogni aspirante ai concorsi per l'insegnamento deve aver (con)seguito e che manifestamente rivelano tutta la loro inadeguatezza a risolvere il problema della formazione iniziale dei docenti, stante l'esiguità del monte ore previsto e il conseguente nozionismo e la genericità che purtroppo spesso li caratterizzano.⁴

Se poi si guarda al contesto europeo, il confronto con gli altri percorsi formativi è impietoso. Molti paesi europei prevedono una formazione iniziale per gli insegnanti che si articola in un numero di CFU dai 60 ai 120. L'Italia ha un triste primato: con i suoi 24 CFU si colloca infatti ultima nei paesi della UE, e tra quelli dell'area europea è dietro alla Turchia, 25 CFU, e seguita solo dal Montenegro con 23 CFU (European Commission/ EACEA/Eurydice 2021, pp. 66-70, in particolare Fig. 2.3 e note esplicative pp. 68-70).

Queste mie/nostre riflessioni sono dunque rivolte ad un nuovo quadro formativo, proposto ai futuri docenti, che tutti noi speriamo possa al più presto esser introdotto dai decreti attuativi della Legge 79/2022, volti a definire percorsi formativi iniziali una volta per tutte stabilmente strutturati nel sistema italiano di istruzione e formazione.

3. Storia della fisica, epistemologia, didattica della fisica: un breve excursus storico

Gli studi aventi come oggetto la storia e la filosofia della scienza nei loro rapporti con le problematiche didattiche degli insegnamenti scientifici non sono sorti in anni recenti. Ricercatori e studiosi in ambito storico e didattico hanno rivolto la loro attenzione a queste ricerche da oltre un secolo; mi riferisco a studi noti come HPS&ST, *History and Philosophy of Science and Science*

² Fatta eccezione per i corsi di specializzazione TFA per le attività di sostegno didattico agli alunni con disabilità, che ad oggi sono attivi.

³ I docenti in servizio con i requisiti prescritti, privi di abilitazione e ammessi ai PAS, erano tenuti a frequentare corsi formativi abilitanti per soli 41 CFU con esame finale, essendo il tirocinio (19 CFU) considerato sostituito dal servizio già svolto nelle scuole.

⁴ Di fatto 24 CFU corrispondono a 2 corsi universitari annuali e dunque a meno di un semestre di formazione universitaria poiché, come è noto, un anno di formazione equivale a 60 CFU.

Teaching (Matthews, 2015). Basti ricordare *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico* di Ernst Mach pubblicato nel 1883, e la prima rivista di didattica delle scienze fisiche e chimiche da lui fondata nel 1887 (Mach, 1883).⁵

Quando, nel corso del '900, nei paesi avanzati istituzioni e ambienti governativi hanno iniziato a rivolgere maggiore attenzione alle problematiche didattiche in ambito scientifico, ritenendo questo un nodo strategico sia per lo sviluppo, sia per le strategie politiche a livello internazionale, ecco che iniziarono ad esser sviluppati studi nell'ambito dell'HPS&ST. Negli Stati Uniti alcune proposte educative interessanti sono emerse dalle riflessioni e dai contributi di John Dewey e Lloyd W. Taylor negli anni '20 e '30 del secolo scorso, e dagli studi e dalle iniziative di James Conant, Gerald Holton, Stephen G. Brush, Robert S. Cohen negli anni '50 e '60. Ciò non stupisce. Infatti l'insegnamento intelligente e informato di una disciplina conduce inevitabilmente i docenti a definire curricula che comprendano elementi tratti dalla storia e dall'epistemologia della materia che insegnano. Ciò si verifica per la fisica, e lo stesso vale per la matematica, la chimica, la biologia e le altre discipline (Matthews, 2018, pp. ix-xxv).

La proposta più stimolante che ne è emersa, e che ha visto anche una versione italiana, è l'*Harvard Project Physics* (HPP) più tardi mutato in *Project Physics Course* (PPC). Nelle prime edizioni il *Project Physics* era un corso di fisica pensato per gli studenti delle scuole superiori di *11th* e *12th grade* (ove il *12th grade* è l'ultimo anno di liceo), fasce d'età che corrispondono rispettivamente al terzo e quarto anno della scuola secondaria superiore italiana. Il corso fu proposto anche in alcuni college, e rivolto a livello *undergraduate*.

4. L'*Harvard Project Physics* (HPP)

Quali le motivazioni di questo ponderoso impegno progettuale? Lo stesso Gerald Holton, fisico e storico della fisica, lo racconta in un articolo del 2003 (Holton, 2003). Non molto tempo dopo il lancio dello Sputnik egli ricevette una chiamata dalla *National Science Foundation* a Washington che lo implorava, insieme a una trentina di docenti di scienze da tutti gli Stati Uniti, di gettarsi nel fantastico compito di progettare, scrivere, testare un corso di fisica per le scuole superiori da diffondere a livello nazionale, poiché il corso PSSC, progettato da Jerrold R. Zacharias del MIT, aveva attratto verso gli studi universitari di fisica solo il 4% circa dei due milioni e mezzo di studenti dell'ultimo anno delle scuole superiori e il numero di coloro che frequentavano un corso di fisica a livello di istruzione superiore era in costante diminuzione. Nel clima della Guerra Fredda, stante il consistente impegno dell'URSS nella formazione scientifica, ciò destava preoccupazione negli ambienti governativi.

Nel 1962 Holton, unico tra i presenti, si rese disponibile poiché vedeva l'opportunità di proporre un approccio umanistico che concepisse un corso di fisica non come una sequenza di equazioni e di leggi, ma piuttosto come la narrazione dello sviluppo del pensiero umano e l'esito del lavoro e dell'impegno di innumerevoli ricercatori. A Holton si unirono poi James Rutherford, un ottimo insegnante di liceo, e Fletcher Watson, un esperto di didattica delle scienze, che si assunse il compito di valutare le diverse edizioni pilota anno per anno, per parecchi anni. L'obiettivo era di porre in evidenza le interconnessioni tra la fisica e le altre scienze, i collegamenti tra la storia della fisica e il più ampio contesto culturale in cui la fisica si sviluppa e le relazioni tra gli esiti della ricerca in fisica e la società. Il comitato consultivo includeva fisici ed epistemologi del calibro di Erwin Hiebert da Harvard, Philip Morrison dal MIT, Ernest Nagel e Isidor I. Rabi, entrambi della Columbia University. Collaborarono fisici, filosofi e storici assai noti, tra gli altri Stephen G. Brush, Robert S. Cohen, Owen Gingerich, Banesh Hoffmann, Edwin M. Purcell, John Rigden, Katherine Sopka, e Stephen Toulmin.

⁵ Mi riferisco alla *Zeitschrift für den Physikalischen und Chemischen Unterricht* (ovvero *Rivista per le lezioni di fisica e di chimica*) che venne alla luce nel 1887.

Nella mente degli ideatori il nuovo corso avrebbe dovuto incorporare una parte consistente di riferimenti storici rispetto a un normale corso di fisica. Alla radice di questa impresa sta il valore culturale e pedagogico assegnato alla storia della scienza, nonché un ampio retroterra filosofico che emerse anche nei lavori pubblicati da Thomas S. Kuhn in quegli anni (Kuhn, 1962). Il testo fu suddiviso in sei unità: *Il moto, Moto nei cieli, Il trionfo della meccanica, Luce ed elettromagnetismo, I modelli dell'atomo, Il nucleo*.

In tutte le unità sono presenti copie di documenti di storia della scienza, a partire dalla pagina cruciale del *De Revolutionibus* di Copernico, ottenuta dalla biblioteca dell'Università di Cracovia, per terminare con i dati relativi alla ricerca medico-biologica, resa possibile grazie alla ricerca di punta in fisica, realizzata nel Centro attivo presso l'acceleratore del *Brookhaven National Laboratory* nello stato di New York. Edizioni pilota furono testate tra il 1964 e il 1969 in molte scuole negli USA, grazie alla disponibilità di un gran numero di docenti (53 scuole il primo anno, oltre 100 l'anno successivo, e così via, per un totale di circa 10.000 studenti per le edizioni rivedute). Una prima edizione fu messa a punto nel 1970, corredata da trasparenze e filmati, da guide per il docente e per le attività laboratoriali, altre edizioni seguirono (Rutherford *et al.*, 1970, Cassidy *et al.*, 2002).

In Italia la prima edizione, frutto della traduzione del testo originale integrata da approfondimenti, fu realizzata nel 1974 per i tipi della Zanichelli a cura di un gruppo di docenti liceali e universitari tra cui Antonella Bastai Prat e Giovanni Salio. Altre edizioni videro la luce negli anni successivi (Bastai Prat *et al.*, 1974; Bastai Prat *et al.*, 1986).

5. Storia della fisica, insegnamento della fisica e formazione dei docenti

Tornando al tema della formazione docenti va detto che nel 1999, con l'avvento delle SSIS, in numerose sedi universitarie si avviarono corsi di Didattica della Fisica, e furono realizzati percorsi di progettazione laboratoriale, e parallelamente attività di ricerca nelle classi della scuola secondaria superiore, da gruppi di docenti in formazione, grazie alla collaborazione di docenti formatori e ricercatori universitari in ambito storico e didattico. L'occasione per intrecciare competenze ed esperienze diverse provenienti dall'università e dalla scuola secondaria era finalmente giunta. Numerose furono le pubblicazioni frutto di questa collaborazione, ma spesso restarono confinate allo stretto ambito delle SSIS.

Se l'esperienza si fosse mantenuta nel tempo e se figure di formatori dedicati alla formazione iniziale, e a quella in servizio, fossero state stabilmente previste nelle università dando luogo a posizioni strutturate, un'azione coordinata e competente avrebbe prodotto la necessaria revisione dei curricula, ad oggi di fatto risultato delle scelte operate dall'editoria scolastica, che sostiene con materiali tradizionali e/o digitali l'azione didattica dei docenti sia all'inizio della loro carriera sia negli anni successivi. In questa prospettiva, e essendo ormai prossima la definizione di nuovi percorsi formativi per i docenti, una revisione dei curricula sarebbe auspicabile e dalla storia della fisica e dalla filosofia della scienza potrebbero venire suggerimenti per:

- a. la progettazione di moduli per motivare gli studenti ad avvicinarsi alla fisica anche in presenza di difficoltà a livello concettuale e/o relativamente al linguaggio matematico utilizzato;
- b. la progettazione di moduli da proporre agli studenti più curiosi per stimolarli a intraprendere studi matematici o fisici a livello di istruzione superiore;
- c. l'approfondimento di temi di storia della fisica che arricchiscano il patrimonio concettuale e la *science literacy*⁶ del docente e dei suoi futuri studenti.

⁶ Con *Science literacy* in genere si intende la conoscenza sia dei vari elementi del processo conoscitivo scientifico, sia delle potenziali controversie associate all'applicazione di tali conoscenze. L'acquisizione di tali conoscenze e competenze ha come fine l'educazione ad una cittadinanza scientificamente responsabile.

Temi di storia della fisica nella didattica possono rivelarsi utili per introdurre contenuti disciplinari, rielaborare o progettare materiali didattici, incoraggiare discussioni tra gli studenti, e, *last but not least*, affrontare criticamente l'immagine della fisica presente nei libri di testo. L'esiguità del tempo a disposizione non mi consente di citare i numerosi contributi presenti in letteratura.⁷ Qui basti richiamare tra gli altri alcuni spunti tratti dagli scritti di importanti scienziati che possono stimolare l'interesse dei docenti in formazione.

6. Galileo e von Helmholtz: due proposte per avviare una riflessione didattica

Nel secolo della Rivoluzione Scientifica molti sono gli esempi. Tra gli altri Galileo rappresenta una vera miniera di spunti e suggerimenti. Quanto al moto, che in seguito verrà definito "inerziale", ecco un estratto dalla Giornata Seconda del *Dialogo*:

SALVIATI [...] Quando voi aveste una superficie piana, pulitissima come uno specchio e di materia dura come l'acciaio, e che fusse non parallela all'orizzonte, ma alquanto inclinata, e che sopra di essa voi poneste una palla perfettamente sferica e di materia grave e durissima, come, verbigravia, lasciata in sua libertà che credete voi che ella facesse? [...] Parmi che nel piano inclinato il mobile grave spontaneamente scende e va continuamente accelerandosi, e che a ritenerlo in quiete bisogna usarvi forza; ma sul piano ascendente ci vuol forza a spignervelo ed anco a fermarlo, e che 'l moto impressogli va continuamente scemando, sì che finalmente si annichila. [...] Ora ditemi quel che accaderebbe [...] sopra una superficie che non fusse né acclive né declive. [...] Se gli fusse dato impeto verso qualche parte, che seguirebbe?

SIMPLICIO Seguirebbe il muoversi verso quella parte [...] Io non ci so scorgere causa di accelerazione né di ritardamento, non vi essendo né declività né acclività.

SALVIATI Adunque se tale spazio fusse interminato, il moto in esso sarebbe parimente senza termine, cioè perpetuo?

SIMPLICIO Parmi di sì, quando il mobile fusse di materia da durare (Galilei, 1897, pp. 172-173).

Evidenti sono la valenza didattica di questo "esperimento mentale" e le considerazioni che un buon docente ne può trarre a beneficio dei suoi studenti.

Un altro esempio interessante lo si può trovare nella prefazione che nel 1894 Hermann von Helmholtz scrive al *Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt* di Heinrich Hertz. Qui l'etere afferma incontestabilmente la sua esistenza, ma permane il mistero della gravitazione da trattarsi ancora come pura azione a distanza:

È certamente una grande conquista aver fornito le prove complete che la luce, una forza della natura così influente e misteriosa, è strettamente correlata a una seconda forza altrettanto misteriosa e forse anche più ricca di manifestazioni, l'elettricità. È forse ancora più importante per la scienza teorica poter capire come apparenti forze a distanza comportino il trasferimento dell'azione da uno strato del mezzo intermedio [l'etere] a quello successivo. Naturalmente rimane ancora l'enigma della gravitazione, che non sappiamo ancora adeguatamente spiegare se non come una mera forza a distanza.⁸

⁷ Tra le riviste di didattica: *Science and Education*, *International Journal of Science Education*, *La Fisica nella Scuola*. Si veda anche Anceschi (2009) che raccoglie contributi sviluppati nell'ambito delle SSIS dai docenti coinvolti nelle varie didattiche disciplinari, e rivolti ai docenti in formazione.

⁸ "Es ist gewiss eine große Errungenschaft, die vollständigen Beweise dafür geliefert zu haben, dass das Licht, eine so einflussreiche und so geheimnisvolle Naturkraft, einer zweiten ebenso geheimnisvollen, und vielleicht noch beziehungsreicheren Kraft, der Elektrizität, auf das engste verwandt ist. Für die theoretische Wissenschaft ist es vielleicht noch wichtiger, verstehen zu können, wie anscheinende Fernkräfte Übertragung der Wirkung von einer Schicht des zwischenliegenden Medium zur nächsten fortgeleitet werden. Freilich bleibt noch das Rätsel der Gravitation stehen, die wir

Una riflessione critica su quanto lo scienziato ritiene ormai scientificamente confermato, una discussione intorno alla dicotomia “azione per contatto/azione a distanza”, una lettura rinnovata dell’esperimento di Michelson e Morley che, secondo i libri di testo, decretò già nel 1887 la scomparsa dell’etere, e numerosi altri spunti per un’azione didattica stimolante si possono trarre dalle parole di von Helmholtz. Starà all’insegnante scegliere l’uno o l’altro tra i possibili percorsi sollecitati dalle letture, o una loro combinazione, al fine di render accattivante una disciplina tanto difficile da apprendere e studiare per gran parte degli studenti, quanto stimolante e affascinante per quelli che con lei “hanno rotto il ghiaccio”.

7. Iniziative SISFA e URDF per la formazione degli insegnanti della scuola secondaria

Consapevole dello sconcertante stato in cui da tempo versa la formazione degli insegnanti italiani, la SISFA (Società Italiana degli Storici della Fisica e dell’Astronomia) ha continuato a tenere in vista questo grave problema. Nel 2019, quando la situazione ha forse raggiunto uno dei suoi punti più bassi, è stata in particolare riavviata la riflessione su come poter dare un contributo strutturato a vantaggio della *science literacy* dei docenti e degli studenti nei campi della fisica e dell’astronomia in correlazione con l’evoluzione storica di queste discipline. La riflessione ha esplicitamente affrontato il problema centrale delle modalità più adeguate a far interagire proficuamente il piano della storia della scienza, a cui la SISFA principalmente si dedica, con i livelli dei contenuti disciplinari e delle specifiche metodologie didattiche per l’insegnamento disciplinare nella scuola.

Un intreccio vantaggioso tra componenti così diverse e associate di fatto a specializzazioni accademiche separate non è naturalmente scontato e richiede a monte un’attenta valutazione e progettazione. Questo è quanto si è cercato di fare organizzando due Workshop formativi per docenti della scuola superiore facendo intervenire relatori e formatori provenienti dai tre ambiti coinvolti – la scienza, la storia della scienza, l’*education* come specifico settore di ricerca teorica e applicata – e affrontando inoltre temi non settoriali, ma capaci di stimolare riflessioni di ampia portata sui contenuti disciplinari e sul loro trasferimento didattico. I due Workshop hanno affrontato in particolare “Il concetto di massa tra storia e didattica della fisica e dell’astronomia”⁹ (2019, in presenza) e “La luce e l’ottica tra storia e didattica della fisica e dell’astronomia”¹⁰ (2020, *online*). I contenuti storici e scientifici sono stati proposti da studiosi provenienti in buona parte dalle fila della SISFA e dal settore scientifico disciplinare FIS/08 (Didattica e Storia della Fisica), ma anche da altri settori disciplinari e ambiti di ricerca. L’apporto sul fronte della didattica disciplinare è stato dato principalmente dall’URDF (Unità di Ricerca in Didattica della Fisica) dell’Università degli studi di Udine. Entrambi i Workshop, riconosciuti con valore di corsi di formazione per docenti sulla piattaforma SOFIA del MIUR, hanno messo a disposizione degli insegnanti iscritti, circa una quarantina, 20 ore di attività, suddivise tra seminari, discussioni ed elaborazione di proposte didattiche. Queste due iniziative hanno attinto al bagaglio di impegno e competenze maturate nel corso del tempo in ambito FIS/08 e con il coinvolgimento di diversi soci SISFA, variamente impegnati nelle diverse accidentate fasi SSIS, TFA, PAS della formazione degli insegnanti delle materie scientifiche, per non disperderlo e per sollevare di riflesso anche la questione della sua sopravvivenza nel futuro.

noch nicht folge-richtig anders, denn als eine reine Fernkraft zu erklären wissen“ (Hertz, 1894, pp. xvii-xviii). Traduzione dall’originale a cura dell’autrice.

⁹ Il concetto di massa tra storia e didattica della fisica e dell’astronomia, <http://www.sisfa.org/workshop-2019/> (accesso 13 aprile 2023).

¹⁰ La luce e l’ottica tra storia e didattica della fisica e dell’astronomia, <http://www.sisfa.org/workshop-2020/> (accesso 13 aprile 2023).

Le prospettive a questo riguardo non appaiono favorevoli per due ragioni principali. La recente legislazione sulla formazione dei docenti lascia innanzi tutto poco spazio all'approfondimento strutturato dei contenuti disciplinari e alla loro integrazione con le specifiche didattiche disciplinari, e non si scorgono, d'altra parte, azioni finalizzate a favorire lo sviluppo a livello universitario degli ambiti interdisciplinari che servirebbero a monte per un effettivo potenziamento della formazione dei docenti e dell'insegnamento scolastico. L'obiettivo di un'interdisciplinarietà sostanziale e profonda è reso ovviamente difficile dalla frammentazione e specializzazione dei saperi disciplinari odierni, ed è proprio per questa ragione che dovrebbe essere perseguito e adeguatamente riconosciuto in ambito accademico come base per una migliore formazione dei docenti e dell'insegnamento scolastico. Non sembra ragionevole attendersi il raggiungimento automatico di simili risultati in assenza di cambiamenti strutturali che affrontino queste problematiche, anche in un'ottica di forte e sostanziale raccordo tra il livello universitario e quello scolastico.

Per quanto riguarda specificamente le discipline scientifiche, il contesto culturale circostante crea ulteriori condizioni sfavorevoli. Infatti, non solo nell'opinione pubblica, ma anche negli indirizzi e nell'azione della politica, tendono ad affermarsi orientamenti che non colgono o addirittura travisano la reale natura dell'impresa scientifica (NOS: Nature Of Science):¹¹ sostituzione della complessità con semplificazioni ideologiche; appelli a rimanere su un piano di "realtà" che, lo si proclama anche ai più alti livelli di responsabilità istituzionale, renderebbe superflua l'astrazione scientifica; enfasi sulle competenze rispetto alle conoscenze; risalto dell'applicazione pratica rispetto alla comprensione dei contenuti. Viene così a mancare il terreno fertile che invece servirebbe per ammodernare realmente l'insegnamento scientifico ed è presumibile che i contenuti e la strutturazione tradizionalmente stabiliti dai libri di testo continueranno a esercitare un'influenza ampia e duratura.

Appare invece indispensabile ricollocare la scienza in una prospettiva NOS ed è nostra convinzione che ulteriori vantaggi possano derivare da un'integrazione mirata NOS(H) con la storia (History) dell'evoluzione scientifica. L'angolazione storica offre infatti un punto di osservazione di grande ampiezza, che include potenzialmente tutte le determinazioni della conoscenza scientifica e dei complessi processi di selezione evolutiva che hanno condotto alla sua configurazione attuale, con un cammino che vede combinarsi insieme il pensiero razionale e speculativo con l'indagine sperimentale, nel tentativo di costruire una rete interpretativa il più possibile ampia e coerente del mondo naturale. In diversi casi le codificazioni consolidate nei libri di testo e lo svolgimento sequenziale dei programmi scolastici rendono difficile rendersi pienamente conto di queste fondamentali caratteristiche culturali e dinamiche della scienza e tendono a trasmettere piuttosto un'immagine tecnicistica che si frammenta in capitoli separati e statici. La prospettiva NOS(H) predispone invece naturalmente a cogliere non solo la dimensione culturale della conoscenza scientifica, ma, come discuteremo meglio tra poco, a vedere anche quella più attuale come risultato di un processo storico evolutivo. Per poter realmente giovare all'insegnamento, come già detto, deve esserci un attento vaglio degli elementi di ordine disciplinare e storico che si vogliono mettere insieme e non si può prescindere da un'integrazione con i risultati dell'*education* nelle materie scientifiche.

Queste sono sostanzialmente le premesse metodologiche che hanno ispirato i due menzionati Workshop organizzati in collaborazione tra la SISFA e l'URDF dell'Università di Udine. Non è qui possibile esaminare in dettaglio tutti i contenuti disciplinari e storici che sono stati affrontati, ma cercheremo piuttosto di dare un'idea delle linee generali e di evidenziare alcuni punti, soprattutto in relazione al primo Workshop, che si prestano particolarmente a stimolare la riflessione

¹¹ Per una discussione dell'approccio NOS nell'insegnamento delle scienze, si rimanda al capitolo 11, "The Nature of Science in Science Teaching", in Matthews (2015).

sull'insegnamento di contenuti disciplinari centrali e sull'arricchimento che l'angolazione storica può senz'altro dare.

8. Contenuti disciplinari, storia e didattica della fisica e dell'astronomia nei Workshop su massa e luce

La ridefinizione del kg campione nel 2019 dava un'opportunità unica per approfondire a livello didattico il fondamentale concetto della massa. Questo notevole avvenimento scientifico – paragonabile senz'altro per importanza storica al deposito, nel 1799, del kg campione in platino presso gli *Archives de la République* a Parigi nel contesto della creazione del sistema metrico decimale o all'approvazione, nel 1889, del nuovo prototipo internazionale del kg campione in platino-iridio custodito presso il *Bureau international des poids et mesures* a Sèvres – permetteva inoltre di sottolineare la dimensione storica anche della scienza più attuale. Negli studenti la percezione e l'interiorizzazione di questo aspetto non sono scontate e valeva la pena sfruttare l'occasione per evidenziarlo.

Il Workshop ha volutamente invertito l'ordine storico offrendo in apertura una relazione (Massa, 2020), tenuta da un ricercatore dell'INRIM (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica), che ha illustrato la nuova recente definizione del kg. Questa ridefinizione stabilisce un passaggio epocale perché si svincola dalla precedente dipendenza dell'unità di massa dalla realizzazione e dal mantenimento in condizioni stabili di *campioni materiali*. Il ricorso a campioni materiali è stato considerato non più soddisfacente perché apposite campagne di misurazioni hanno evidenziato variazioni e discrepanze, piccole, ma non ignorabili, tra il prototipo internazionale del kg custodito a Sèvres e le varie copie ufficiali distribuite sul pianeta. La nuova definizione del kg viene invece fatta dipendere dal *valore "esatto"* della costante di Planck h e da *procedure sperimentali* in grado di fornire i corrispondenti risultati con *tolleranze di errore* entro limiti prestabiliti. Ancorare il kg e le altre unità di misura alle costanti fondamentali della natura permette di superare la variabilità che, nonostante le precauzioni, affligge i campioni materiali. Il kg era l'ultima delle sette unità di misura fondamentali ancora gravata da questa difficoltà e, grazie alla sua ridefinizione, il Sistema Internazionale delle unità di misura veniva completato in modo soddisfacente. I *valori "esatti"* di h e delle altre costanti fondamentali della fisica vengono stabiliti e pubblicati ogni quattro anni dal comitato internazionale CODATA (Committee on Data for Science and Technology) applicando il metodo dei minimi quadrati a tutti i valori rilevanti che, per tali costanti, si ricavano nei diversi campi di ricerca.¹²

Un gruppo di relazioni di carattere storico ha successivamente affrontato i passaggi cruciali del concetto di massa: la nozione newtoniana di "quantità di materia" correlata all'inerzia meccanica dei corpi; il concetto machiano di massa; la massa elettromagnetica; la massa relativistica; la correlazione tra massa inerziale e massa gravitazionale secondo il principio di equivalenza di Einstein; la massa nella teoria quantistica dei campi. Questo segmento storico del Workshop è stato affiancato da un gruppo di relazioni e percorsi didattici dedicati, tra l'altro, alla misurazione della massa nella fisica classica e al rapporto massa-energia nella dinamica relativistica. I partecipanti hanno svolto diversi lavori di gruppo finalizzati alla progettazione e all'applicazione didattica. Il lavoro complessivamente svolto ha cercato di far emergere l'articolata evoluzione del concetto di massa per stimolare la riflessione critica degli insegnanti sul proprio bagaglio disciplinare e sul delicato compito di fornire nozioni accurate, aggiornate e accessibili agli studenti.¹³ Non sempre i

¹² <https://codata.org/initiatives/data-science-and-stewardship/fundamental-physical-constants/> (accesso 13 aprile 2023).

¹³ Il Workshop si è svolto nell'arco di tre giornate, prevedendo in quella intermedia una frequenza a scelta libera alle sessioni del Congresso SISFA 2019 come parte del Workshop stesso. Programma dettagliato al link: <http://www.sisfa.org/wp-content/uploads/2019/09/Programma-Workshop-Pisa-2019.pdf> (accesso 13 aprile 2023).

libri di testo risultano soddisfacenti sotto tutti gli aspetti. Un caso limite è quello in cui si lascia implicitamente il concetto di massa nella problematica forma della “quantità di materia” da cui lo stesso Newton prese le mosse. In alcuni casi una trattazione puramente “numerica” delle masse inerziale e gravitazionale (favorita dal fatto che, per la particolare scelta delle unità di misura, assumono lo stesso valore numerico) conduce a una perdita del contenuto concettuale delle due nozioni di massa e oscura il significato profondo del principio di equivalenza nella relatività generale di Einstein. In altri casi ancora non si arriva a una presentazione del tutto soddisfacente del concetto relativistico di massa.

Qualche altra osservazione sulla ridefinizione del kg permette di aggiungere ulteriori elementi utili per l'approfondimento dei contenuti disciplinari e del loro insegnamento. Va notata in primo luogo la scelta epistemologica a favore di una definizione *astratta* che abbandona la materializzazione diretta dell'unità di misura in un oggetto fisico a cui il *sensu comune* naturalmente conduce. Emerge anche una sofisticata correlazione *a rete* tra numerosi argomenti e parti della fisica che lo svolgimento tradizionale dei programmi scolastici tende invece a disporre in una sequenza *lineare* non più rivisitata successivamente in una prospettiva unitaria. La ridefinizione fa inoltre intervenire argomenti che, quando si riesce a svolgerli, si collocano nella coda avanzata della catena sequenziale tradizionalmente svolta nei programmi scolastici: la meccanica quantistica (la dipendenza dalla costante h); una trattazione statistica avanzata dei dati sperimentali (tolleranze di errore e valori “esatti” delle costanti fisiche fondamentali). L'intreccio è di notevole complessità, ma occorre affrontarlo almeno nelle sue linee essenziali poiché in ogni caso nell'insegnamento sarà necessario trovare il modo di includere il nuovo kg in sostituzione dell'ormai anacronistico kg campione di Sèvres.

La nuova definizione del kg richiede, come anticipato, che lo si stabilisca sulla base del valore “esatto” di h e di procedure sperimentali con prestabilite tolleranze di errore. È fondamentale che non si impongano vincoli sul tipo di esperimento: in linea di principio qualsiasi procedura sperimentale può essere utilizzata se soddisfa le condizioni poste. Allo stesso tempo si chiede però che vengano contestualmente presi in considerazione i risultati di due esperimenti che hanno svolto un ruolo determinante nel processo che ha preparato la ridefinizione del SI: le misure con la bilancia di Kibble e l'esperimento XRCD (X-Ray Crystal Density).

La bilancia di Kibble è un sofisticato apparecchio elettromeccanico che permette di pesare corpi macroscopici con elevata *accuratezza* (altro concetto che appartiene alle parti avanzate dell'insegnamento della fisica sperimentale). Il sistema XRCD rende possibile contare con elevata accuratezza il numero di atomi in un monocristallo macroscopico di silicio di forma sferica. Il punto centrale è che con entrambi i metodi si arriva ad esprimere una massa macroscopica m in funzione della costante h e di altri parametri fisici, tutti determinabili.

Prima della ridefinizione del SI, queste due procedure erano quelle che permettevano di determinare con la migliore accuratezza, rispettivamente, la costante h e l'unità di misura della mole, espressa dal numero di Avogadro N_A . Esperimenti indipendenti permettevano di correlare e di verificare la compatibilità tra i valori di h e N_A . Con la nuova definizione del SI, la procedura si inverte: la costante h viene fissata con un valore “esatto” e le procedure sperimentali diventano metodi primari per ridefinire l'unità di massa (Massa, 2020, pp. 465-467). Si comprende ora meglio come il kg possa essere stabilito a partire dal valore “esatto” di h e da adeguate procedure sperimentali.

Una discussione dei principi di funzionamento della bilancia di Kibble¹⁴ fornisce ulteriori elementi di interesse in relazione alla formazione degli insegnanti e alla riflessione sui programmi di studio della fisica.

¹⁴ Per ulteriori approfondimenti sull'apparecchiatura e il suo funzionamento si rimanda a Schlamminger e Haddad (2019).

Lo strumento è in sostanza una bilancia a due bracci che utilizza diverse parti della meccanica classica e dell'elettromagnetismo classico normalmente incluse nei programmi di studio della scuola secondaria. Su uno dei bracci agisce la forza peso mg esercitata da una massa m . L'altro braccio regge una bobina conduttrice, immersa in un campo magnetico radiale, di intensità B , che rimane sempre perpendicolare agli elementi di lunghezza Δl del filo della bobina. La misura si svolge in due fasi, statica e dinamica. Nella fase statica, la forza peso mg agente sul primo braccio viene esattamente controbilanciata dalla forza elettromagnetica che si genera sull'altro braccio quando si fa passare una corrente di intensità I nel filo conduttore della bobina. Per la condizione di equilibrio tra le due forze e per ortogonalità tra gli elementi di lunghezza del filo della bobina e il campo magnetico, si ha $mg = BLI$, con L pari alla lunghezza complessiva del filo della bobina (la somma di tutti gli elementi di lunghezza Δl). Mantenendo lo stesso campo magnetico, nella fase dinamica le spire della bobina vengono mosse con velocità costante v ortogonalmente al campo magnetico e ciò dà origine a una forza elettromotrice indotta $V_i = BLv$ che si manifesta ai capi della bobina. Ponendo a sistema le due equazioni ottenute, il prodotto comune BL può essere eliminato e, dopo aver espresso la corrente I con la legge di Ohm $V/I = R$, si ottiene la relazione $mgv = V V_i / R$. L'eliminazione del prodotto BL rappresenta un passo importante perché B e L sono difficili da misurare con i necessari livelli di accuratezza.

La meccanica quantistica entra in gioco a questo punto in connessione con la misura delle grandezze elettriche che compaiono nella relazione ottenuta. Le differenze di potenziale e la resistenza si misurano infatti con elevata accuratezza sfruttando rispettivamente gli effetti Josephson e Hall quantistici. Le leggi che regolano questi due effetti e le tecniche sperimentali usate rendono possibile esprimere il secondo membro della relazione ottenuta nella forma $V V_i / R = h (J J_i / H)$, con J, J_i, H quantità Josephson e Hall determinabili. Si giunge così alla relazione:

$$mgv = h (J J_i / H),$$

che permette effettivamente di esprimere la massa in funzione della costante di Planck h , come richiesto dalla nuova definizione dell'unità di massa.

Per raggiungere le tolleranze stabilite, vanno però misurate con elevata accuratezza anche la velocità v e l'accelerazione locale di gravità g . In relazione alle questioni didattiche qui affrontate è di particolare rilievo che le (apparentemente) umili grandezze v e g della meccanica classica continuano a svolgere un ruolo di importanza pari a quello (più scintillante) della meccanica quantistica. L'uso integrato della fisica classica e della fisica quantistica e il continuo attraversamento dei confini tra questi domini fanno inoltre vedere concretamente come la ricerca scientifica avanzata proceda costruendo reti dinamiche complesse che si disallineano continuamente rispetto alla linearità sequenziale che il tradizionale svolgimento dei programmi scolastici tende invece a cristallizzare.

Analoghi presupposti metodologici hanno guidato la progettazione e la realizzazione del successivo Workshop dedicato alla luce.¹⁵ Anche in questo caso l'ampia panoramica storica ha cercato di offrire stimoli e possibilità per l'applicazione didattica. Sono state ripercorse diverse tappe importanti dello studio scientifico della luce: ottica geometrica, ottica fisica, modelli di rappresentazione della luce, polarizzazione ottica, spettroscopia, determinazione di Foucault della velocità della luce in relazione ai coevi dibattiti sulla natura ondulatoria o corpuscolare del fenomeno, interpretazione elettromagnetica di Maxwell, sviluppo della successiva rappresentazione quantistica della luce.

¹⁵ Programma dettagliato al link: <http://www.sisfa.org/wp-content/uploads/2020/09/Programma-Webinar-SISFA-UniUD-2020.pdf> [Accesso 13 aprile 2023].

Il segmento didattico del Workshop ha offerto attività e proposte riguardanti gli esperimenti di Newton con i prismi, i fenomeni dei colori, la spettroscopia, la spettrometria, la polarizzazione, la diffrazione e l'interazione luce-materia. Come nel precedente Workshop, i partecipanti hanno svolto lavori di gruppo dedicati alla progettazione e all'applicazione didattica.

Pur nella sintesi richiesta in questa sede, gli elementi forniti dovrebbero riuscire a dare almeno un'idea dei vantaggi che la prospettiva NOS integrata con un approfondimento storico (H) professionale e mirato può svolgere per la formazione degli insegnanti e per l'apprendimento e insegnamento della fisica e più in generale delle discipline scientifiche. Particolarmente interessanti appaiono gli stimoli che l'impostazione NOS(H) può offrire per utili rivisitazioni e riconfigurazioni in reti dinamiche degli argomenti che lo studio tradizionale tende invece a collocare separatamente lungo catene sequenziali statiche. Emerge parallelamente anche l'importanza di una integrazione contestuale con i risultati e gli strumenti della ricerca teorica e applicata nel campo delle specifiche didattiche disciplinari.

Le iniziative promosse dalla SISFA insieme all'URDF di Udine rappresentano un tentativo di interazione sostanziale tra i due ambiti accademici e professionali. Non va taciuto che durante questa collaborazione sono emerse anche diverse criticità e difficoltà di attuare pienamente l'osmosi cercata. La ragione principale va plausibilmente individuata nei marcati livelli di specializzazione che il contesto accademico richiede agli studiosi per produrre una ricerca di livello negli specifici ambiti della storia, dell'*education* e della scienza avanzata. Un percorso per il superamento di queste difficoltà e per il potenziamento della formazione degli insegnanti richiederebbe un ripensamento a monte degli assetti disciplinari dell'Università, prevedendo spazi di ricerca accademica fortemente e sostanzialmente interdisciplinari e in collegamento con la struttura delle classi di abilitazione per l'insegnamento scolastico.

Bibliografia

- Aneschi, A. (a cura di) (2009). *Anagrafe delle pubblicazioni [...] delle SSIS*. Consultabile al link: <http://www.anfis.eu/documenti/Anagrafe%20delle%20pubblicazioni5.pdf> (Accesso 5 luglio 2022).
- Bastai Prat, A. et al. (a cura di) (1974). *The Project Physics Course*, Unità 1-6. Bologna: Zanichelli.
- Bastai Prat, A. et al. (a cura di) (1986). *Progetto Fisica*, 2 voll. Bologna: Zanichelli.
- Cassidy, D., Holton, G. & Rutherford, J. (2002). *Understanding Physics*. New York, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- European Commission/EACEA/Eurydice (2021). *Teachers in Europe: Careers, Development and Well-being. Eurydice Report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Galilei, G. (1897). *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, in Favaro, A. (a cura di) (1890-1909), *Le opere di Galileo Galilei*, Edizione Nazionale sotto gli auspici di S. M. il Re d'Italia, Vol. VII. Firenze: Giunti Barbèra.
- Hertz, H. (1894). *Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt*. Leipzig: Johann Ambrosius Barth.
- Holton, G. (2003). "The Project Physics Course, Then and Now". *Science & Education*, 12, pp. 779–786. DOI: 10.1023/B:SCED.0000004544.55635.40.
- Ianniello, M.G. (2008). *Dispense del corso di Preparazione di Esperienze Didattiche*. Consultabile al link: https://www.phys.uniroma1.it/DipWeb/web_disp/d2/dispense/PED1.pdf (Accesso: 5 luglio 2022).
- Kuhn, T.S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press. (trad. it. Carugo A. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Torino: Einaudi, 1969).
- Mach, E. (1883). *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*. Leipzig: Brockhaus. (trad. it. Gambioli D. *I principi della meccanica, esposti criticamente storicamente nel loro sviluppo*. Roma-Milano: Albrighi-Segato, 1904).

- Massa, E. (2020). “Il nuovo chilogrammo”, in La Rana, A. & Rossi, P. (a cura di), *Atti del XXXIX Convegno Nazionale della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell’Astronomia* (Pisa, 9-12 settembre 2019). Pisa: Pisa University Press, pp. 461-471. DOI: 10.12871/978883339402268.
- Matthews, M.R. (2015). *Science Teaching: The Contribution of History and Philosophy of Science. 20th Anniversary Revised and Expanded Edition*. New York: Routledge. DOI: 10.4324/9780203123058.
- Matthews, M.R. (2018). *New Perspectives in History, Philosophy and Science Teaching: An Introduction*, in Matthews, M.R. *History, Philosophy and Science Teaching. New Perspectives*. Berlin-Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-62616-1.
- Rutherford, F.J., Holton, G. & Watson, F.W. (1970). *The Project Physics Course*, vols 1-6. New York - Toronto: Holt, Rinehart & Winston.
- Schlamming, S. & Haddad, D. (2019). “The Kibble Balance and the Kilogram/La balance de Kibble et le kilogramme”. *Comptes Rendus Physique*, 20 (1–2), pp. 55-63. DOI: 10.1016/j.crhy.2018.11.006.

Conflitti ideologici in Storia della Fisica: alcuni presupposti dell'istituzionalizzazione della Storia della Fisica in Italia

Gerardo Ienna

Università degli Studi di Verona, gerardo.ienna@gmail.com

University of Maryland, Marie Skłodowska-Curie Global Fellowship

1. Introduzione

L'obiettivo di questo saggio è quello di tracciare i presupposti socio-politici che sono stati alla base dell'emergere di un interesse da parte della comunità fisica italiana per la storia della fisica. In un mio recente contributo (Ienna, 2022a) ho messo in luce come il costituirsi del *Gruppo Nazionale di Storia della Fisica* e l'organizzazione dei primi due convegni di Pavia nel 1981 abbiano rappresentato un tentativo di superamento di una serie di *querelles* politiche e ideologiche che avevano animato, negli anni immediatamente precedenti, il campo intellettuale e accademico italiano. In questo saggio, concentrerò la mia attenzione su alcuni degli eventi più rilevanti che si sono verificati nei 10 anni immediatamente precedenti generando delle tensioni fra gli studiosi interessati alla storia della fisica.

Nel mio precedente saggio ho sottolineato come, nel processo di emergenza della storia della fisica in Italia, vi siano almeno due trame storiche fra loro intrecciate. Da un lato, la traiettoria che risale alle origini di quello che Petruccioli ha chiamato il “divorzio dalla filosofia” e la “singolarità della storia della fisica all'interno della tradizione storiografica della scienza” e, dall'altro, quella che ripercorre l'emergere delle controversie politico-epistemologiche sopramenzionate (Petruccioli, 1985; Bergia, 1985). Nei prossimi paragrafi illustro come queste due linee hanno condotto al processo di costituzione della comunità disciplinare degli storici della fisica italiani, analizzando prima le iniziative promosse dalla Società Italiana di Fisica (SIF) e poi quelle promosse da Geymonat.

2. Dalla fisica teorica alla storia della fisica passando per la militanza politica

Il contesto politico è quello degli anni immediatamente successivi al Maggio '68 e all'autunno caldo del '69. Nell'ambito della riflessione sui rapporti fra scienza e società, in questo periodo la sinistra istituzionale rappresentata dal PCI era in netto ritardo rispetto ad altre fazioni politiche¹. La posizione del partito venne contraddistinta da una posizione “sviluppista” secondo cui l'innovazione tecnoscientifica avrebbe cooperato all'emancipazione collettiva (Berlinguer, 1975; Bisogno & Bernardini, 1997; Laser, 1999; Cini, 2010). Allo stesso tempo, cominciarono ad emergere dissidenze politiche come l'operismo con le riviste come *Quaderni Rossi* e *Quaderni Piacentini* e il gruppo de *il manifesto*. A partire dal 1969 le tensioni politiche furono recepite anche nei compartimenti scientifici. Fra gli eventi più celebri da questo punto di vista vi furono la prima occupazione della sede centrale del CNR di Roma nel 1969, cui ne seguirono altre, e l'occupazione dell'Istituto internazionale di genetica e biofisica di Napoli (Laser, 1999).

¹ Le eco dell'*affaire* Lysenko in Italia avevano rallentato la definizione di una linea politico-culturale precisa nella sinistra istituzionale. Mentre la DC e Confindustria avevano organizzato già negli '60 dei convegni sul rapporto fra conoscenza scientifica, società e sviluppo economico e industriale, il PCI organizzò un incontro su questi temi solamente nel 1970 con il convegno di Ariccia dal titolo *La ricerca scientifica e la società italiana: atti del Convegno nazionale del PCI* (Santoro & Berlinguer, 1970; PCI, 1970; Guerraggio, 2010).

Nel decennio precedente alla svolta di Pavia, almeno in tre occasioni la SIF ha avuto un ruolo determinante nel favorire l'emergere dei dibattiti sulla non-neutralità della scienza e nell'avvicinare la giovane generazione di fisici verso la storia della loro disciplina. Il primo fra questi fu l'organizzazione delle giornate di studio della SIF, coordinate dall'allora presidente Giuliano Toraldo di Francia, dal titolo *La scienza nella società capitalistica*, i cui obiettivi erano stati così sintetizzati: “Non ci si contenta più di un’aprioristica affermazione che la scienza è un bene. Si vuol sapere [...] se e in qual modo i risultati della ricerca possano essere impegnati più per il bene spirituale e materiale dell’umanità che, per l’approntamento di nuovi mezzi di distruzione” (SIF, 1971, p. 8). Come è possibile vedere si tratta di una delle prime manifestazioni nel contesto italiano di quei movimenti di responsabilità sociale degli scienziati che erano già emersi in vari contesti nazionali e a livello transnazionale (Ienna, 2020; Ienna, 2022b). Dal volume che contiene gli atti di tale convegno è possibile percepire il vivo dialogo fra gli intervenienti e i partecipanti in un clima libero dalle consuete retoriche accademiche². Tale incontro si tenne a Giugno del 1970 e, fra la fine di Giugno e l’inizio di Luglio dello stesso anno si tenne la consueta *International School of Physics Enrico Fermi* di Varenna organizzata dalla SIF.

Nel 1969, su proposta di Franco Selleri – e con il supporto di Marcello Cini e Toraldo di Francia – venne stabilito che l’edizione del 1970 della *Summer School* di Varenna³ sarebbe stata dedicata ai *Fondamenti della meccanica quantistica* al fine di riattivare l’interesse per le questioni epistemologiche in fisica. L’obiettivo di Selleri era quello di creare un’occasione di incontro e confronto fra fisici internazionali critici verso la così detta *Copenhagen interpretation* che lui giudicava dogmatica perché basata su assiomi non verificabili (Baracca, Bergia & Del Santo, 2017; Selleri, 1972b). Le attività delle due settimane della scuola di Varenna erano state organizzate affinché si creassero occasioni di scambio fra i partecipanti. Durante il giorno si tenevano le lezioni ufficiali, mentre la sera c’era la possibilità di organizzare incontri indipendenti e informali. I più giovani fisici radicali sfruttarono quest’ultimi per discutere del tema caldo della critica al valore dell’assoluta obiettività attribuita alla scienza (Baracca, Bergia & Del Santo, 2017, p. 5).

Olival Freire Jr. ha definito la scuola di Varenna del 1970 come la *Woodstock of quantum dissidents* (Freire, 2015, p. 197). Si trattò della prima ampia occasione in Italia di confronto fra scienziati radicali. Questo laboratorio di elaborazione collettiva fra giovani fisici ebbe come risultato la stesura di un documento intitolato *Notes on the Connection Between Science and Society*, noto anche come “Manifesto di Varenna”,⁴ che venne distribuito a tutti gli altri partecipanti (docenti e giovani ricercatori) all’ingresso delle lezioni. Secondo gli autori di questo testo, la scienza non è neutrale rispetto al contesto sociale: “One of the important social function of science is to organize consensus and to maintain social stratification” infatti “the structure of scientific theories reproduces the categories of the culture of the dominant classes” (AA.VV., 1970, p. 3). Le principali tesi esposte nel manifesto sono: 1) la non neutralità della scienza e la responsabilità sociale degli scienziati, 2) la necessità delle conoscenze filosofiche e storiche per il lavoro scientifico, 3) la critica delle forme ineguaritarie di divisione del lavoro scientifico e 4) la critica al colonialismo tecnologico-scientifico americano in Europa e nel mondo.

L’indagine sulle questioni di carattere fondamentale ed epistemologico aveva infatti riaperto anche l’indagine sulla storia della fisica, luogo privilegiato dove poter osservare le dinamiche di

² Interventi di Ettore Casari, Giunio Luzzatto, Marcello Cini, Siro Lombardini, Silvio Bergia, Giorgio Salvini, seguiti da un’ampia serie di interventi dal pubblico, tutti riportati nel volume degli atti (SIF, 1971).

³ Su suggerimento di Cini, Bernard D’Espagnat venne nominato direttore della scuola estiva e fra gli invitati figuravano alcuni nomi di spicco nei dibattiti sui FMQ quantistica come: John Bell, Eugene Wigner, Josef-Maria Jauch, Abner Shimony, Heinz-Dieter Zeh, and Bryce DeWitt (Louis de Broglie e David Bohm pubblicarono un loro contributo negli atti) (D’Espagnat, 1971).

⁴ Per i nomi dei firmatari si veda: (Baracca, Bergia & Del Santo, 2017, p. 5).

consolidamento delle ideologie dominanti nella fisica contemporanea. In questo contesto sono stati cardinali i ruoli svolti da Toraldo di Francia, in qualità di presidente della SIF, di Cini e Selleri, in quanto membri del direttivo SIF, e di Jona-Lasinio, all'epoca professore neo-ordinario di fisica teorica all'Università di Padova con incarico di insegnamento anche di storia della fisica, disciplina che aveva già precedentemente insegnato anche a Roma.

Nel 1970 si stabilì che l'edizione di Varenna del 1972 sarebbe stata dedicata alla *Storia della fisica nel XX secolo* (Ciccotti *et al.* 2011; Freire Jr, 2015; Baracca, Bergia & Del Santo, 2017). Alcune testimonianze d'archivio mostrano come sia stato Jona-Lasinio a proporre a Toraldo di Francia di dedicare, per la prima volta, la scuola estiva a tematiche di carattere storico⁵. Gli organi direttivi della SIF dopo aver accolto con grande entusiasmo la proposta, si attivarono subito per contattare i primi potenziali *lecturers* (fra cui Thomas Kuhn, Alfred Rupert Hall, Dennis W. Sciama, Eduard Jan Dijksterhuis, etc). Queste lettere sono estremamente significative – pur non avendo riscosso successo – perché in esse è contenuta una descrizione programmatica di cosa in quel contesto politico-culturale si intendesse per "storia della fisica" e quale sarebbe stata la sua funzione:

This is a new and somewhat bold step, a venture in a field [history of physics] in which we have practically no experience. The main reason for taking such a step is the growing interest shown by physicists in the interaction of science with society. It is felt in particular that physics is not an abstract pursuit of knowledge, but is the product of a given society, provided with a given view of the world. In order to "know" our science we cannot avoid considering all its philosophical, economical, social, political implications, during its historical development. This is what we mean by "history of physics" (Toraldo di Francia & Kuhn, 1970).

Su indicazione dello stesso Jona-Lasinio, la direzione del corso venne attribuita questa volta a Charles Weiner⁶ (all'epoca a capo del Center for the History of Physics dell'American Institute of Physics) e fra i professori invitati figuravano studiosi internazionali di spicco della storia della scienza come Joan Bromberg, Robert Cohen, Gerald Holton, Yehuda Elkana, John Heilbron, Paolo Rossi, Max Jammer, Jerome Ravetz e Martin Klein. Parteciparono anche alcuni fisici centrali nei dibattiti in questione come Paul Dirac, Hendrik B. G. Casimir, Viktor Weisskopf, e Léon Rosenfeld (Weiner, 1977).

Nella corrispondenza relativa alla preparazione della scuola estiva, è possibile leggere che Jona-Lasinio propose a Wiener di invitare Ludovico Geymonat e Paolo Rossi come *lecturers* per l'evento di Varenna (Weiner & Jona-Lasinio, 1972a; Weiner & Toraldo di Francia, 1972)⁷. Il primo, pur non

⁵ In una lettera del 16 settembre del 1970 di Toraldo di Francia a Jona-Lasinio è infatti possibile leggere: "Caro Jona, ti ringrazio per la tua del 18 Agosto 1970. Ne ho parlato nel Consiglio di Presidenza della SIF e vivo è stato l'interesse di tutti per le informazioni ed i nomi che ci hai dato. Purtroppo, è risultato assolutamente impossibile per quest'anno reperire i fondi per un ulteriore corso di Varenna. Per questo, sia pure con grande rammarico, siamo costretti a rimettere la cosa all'estate del 1972. In questo modo avremmo più tempo per organizzare bene il corso. Grazie ancora e cordiali saluti" (Toraldo di Francia & Jona-Lasinio, 1970). La centralità di Jona-Lasinio nella progettazione di Varenna 1972 è inoltre confermata anche dal fatto che venne tenuto costantemente al corrente da parte di Toraldo di Francia sull'invio degli inviti già prima che fosse stato designato il direttore della scuola (Toraldo di Francia & Kuhn, 1970). Jona-Lasinio, in accordo con la SIF e con Weiner, avrebbe dovuto figurare come curatore del volume degli atti. Come testimoniano una serie di scambi epistolari con Toraldo di Francia, Weiner si appropriò totalmente della curatela nonostante quest'ultimo avesse più volte rassicurato Jona-Lasinio sul suo ruolo (Jona-Lasinio & Weiner, 1972; Weiner & Jona-Lasinio, 1972b; Jona-Lasinio & Toraldo di Francia, 1974).

⁶ Toraldo di Francia invitò Weiner a ricoprire tale incarico nell'aprile del 1971 e quest'ultimo accettò nel maggio dello stesso anno (Weiner & Toraldo di Francia, 1971).

⁷ In una lettera di Weiner a Jona Lasinio del 7 Gennaio 1972 si legge: "If you think it appropriate please invite both Paolo Rossi and Geymonat to give one lecture each and to participate in appropriate seminars. A later date, we can discuss specific details of their contribution with them" (Weiner & Jona-Lasinio, 1972a).

figurando fra i relatori effettivi, inviò vari suoi allievi alla scuola estiva, il secondo invece fu fra i primi ad accettare la partecipazione. Questo dimostra, come si vedrà anche nelle prossime pagine, che nel 1972 il clima di tensione politico-ideologica che caratterizzerà le *Italian Science Wars* non si era ancora espresso, ma, al contrario, sembrava esserci un interesse reciproco fra quelle che saranno le future fazioni in campo.

Anche in questa occasione, i partecipanti⁸ stesero un documento di esplicita presa di posizione dal titolo *Statement on Vietnam*. In questo testo veniva stigmatizzato il coinvolgimento di alcuni colleghi nell'ambito dello sviluppo di armamenti utilizzati in Vietnam (Vitale, 1976; Ienna, 2020). Tale presa di posizione politica non veniva dal nulla, ma era collegata esplicitamente alla presenza sul territorio europeo di alcuni fisici che avevano collaborato con la Divisione *Jason*, un gruppo top-secret di fisici accademici che offriva attività di *scientific advisory* al Dipartimento della difesa statunitense (Finkbeiner, 2006). Nei mesi precedenti infatti il fisico Premio Nobel Murray Gell-Mann fu espulso dal *Collège de France* da parte dei militanti del *Collectif intersindacale d'Orsay, Vietnam-Laos-Cambodge* perché implicato nella Divisione *Jason* (Lévy-Leblond & Jaubert, 1973, pp. 182-96).⁹ Questo moto di indignazione iniziò a circolare in tutta Europa. Gell-Mann fu anche costretto ad annullare le conferenze programmate al CERN di Ginevra. In luglio, durante i corsi estivi di Erice, la presenza problematica di John Archibald Wheeler e Gell-Mann generò ulteriori tensioni e discussioni tra i partecipanti. Il 27 luglio la Scuola Estiva di Fisica Teorica di Cargèse fu chiusa anticipatamente a causa del rifiuto di Sidney Drell di discutere le sue attività con la Divisione *Jason*. Lo stesso Drell fu costretto a cancellare una conferenza programmata all'Istituto di Fisica di Roma per lo stesso motivo (Vitale 1976; Ienna 2020).

Uno scambio di lettere fra Jona-Lasinio e Jean-Marc Lévy-Leblond testimonia che tali *querelles* erano ben presenti nella stessa fase di progettazione del corso e che, per tale motivo, si sarebbero favorite delle discussioni fra i partecipanti sulle implicazioni politico-sociali della scienza¹⁰.

3. Il gruppo di Geymonat e le iniziative della *Domus Galilæana*

Gli anni '70 sono una fase cardinale anche nel processo di istituzionalizzazione della storia della scienza nei dipartimenti umanistici. In tale contesto, il contributo di Geymonat è stato di primaria importanza tanto nello stimolare, da un lato, l'apertura delle libere docenze in questa disciplina a partire dal 1967 (in cooperazione con Tullio Gregoy) e, dall'altro, nel consolidare il ruolo della *Domus Galilæana* come punto di riferimento per la storia della scienza in Italia. Nell'agosto del 1970 morì Polvani che aveva avuto un ruolo importante nel promuovere la storia della fisica in Italia. A sostituire quest'ultimo alla direzione della *Domus Galilæana* fu lo storico della scienza di

⁸ Il documento venne sottoscritto e firmato dai 58 partecipanti alla scuola di Varenna del '72 (Vitale, 1976).

⁹ Noto, incidentalmente, che dai documenti d'archivio, Gell-Mann figura fra i nomi che Weiner avrebbe voluto invitare a Varenna (Weiner & Toraldo di Francia, 1972).

¹⁰ Dopo esser stato accettato come ascoltatore, Lévy-Leblond inviò una lettera a Jona-Lasinio dicendo: "Would you be interested in a seminar on 'Radical views about science to-day', which I could give if you think it worthwhile? By the way, did you learn of what happened to Murray Gell-Mann recently in Paris? I send you some information about it" (Lévy-Leblond & Jona-Lasinio, 1972b). Nella risposta di Jona-Lasinio si legge: "Thank you for your letter of June 28 and for the information on what happened to Gell-Mann in Paris. [...] I would certainly be very interested in a seminar on 'Radical views about science to-day'. However, the final program of lectures is being prepared by Weiner who is the director of the course and I am learning from him that the schedule is already extremely dense. At first, I also thought of giving a talk presumably on lines similar to yours, but I am now considering as an alternative an active participation in the various discussion session. Perhaps we could organize a set of interventions of people with similar attitudes towards the problems in discussion" (Jona-Lasinio & Lévy-Leblond, 1972). In una cartolina spedita da Lévy-Leblond da La vallée de l'Ariège sui Pirenei rispose: "Thanks a lot for your letter. It was great to know that we have similar ideas. I agree completely with your suggestion, and would prefer it very much if we can organize a collective and informal discussion (or several ones) rather than a standard seminar" (Lévy-Leblond & Jona-Lasinio, 1972a).

area DC Vincenzo Cappelletti. Tale nomina venne da molti percepita come uno scandalo in particolar modo perché per tale posizione il candidato naturale avrebbe dovuto essere Geymonat. Quest'ultimo però scelse di supportare l'elezione di Cappelletti per una questione di "sano realismo" perché "chi meglio di un democristiano ben inserito nei palazzi romani della politica e della burocrazia ministeriale" sarebbe stato in grado di attrarre fondi per sviluppare la storia della scienza in Italia? (Petruccioli, 2019, pp. 22-23). Con Cappelletti si consolidò dunque un accordo informale per il quale la *Domus* sarebbe stata disponibile ad accogliere le proposte provenienti da Geymonat e il suo gruppo milanese.¹¹

Anche dal punto di vista intellettuale, gli anni '70 sono un momento di intensa ricerca nel campo della filosofia e storia della fisica per Geymonat. Fra il 1970 e il 1972 quest'ultimo porta a compimento la monumentale opera collettanea dal titolo *Storia del pensiero filosofico e scientifico* che ha rappresentato un "avvenimento culturale di vasta portata" tanto per gli studi meta-scientifici quanto per gli studi marxisti (Prestipino, 1973). Alcuni suoi stretti collaboratori lavorano nel campo della storia della fisica novecentesca. In particolar modo, Silvano Tagliagambe era stato inviato in URSS per il suo dottorato e, in quel contesto, si era focalizzato sulle *querelles* politiche attorno alla compatibilità del *Diamat* con i fondamenti della meccanica quantistica. Nel 1972 ne derivò la pubblicazione di una raccolta di testi sovietici dal titolo *L'interpretazione materialistica della meccanica quantistica. Fisica e filosofia in URSS* (Tagliagambe, 1972). Dal canto suo Enrico Bellone pubblicò invece una monografia dal titolo *I modelli e la concezione del mondo nella fisica moderna da Laplace a Bohr* (Bellone, 1973).

Tali interessi avevano creato un'importante intersezione d'interessi fra il gruppo milanese e le attività promosse dalla SIF descritte nel paragrafo precedente. Alcuni giovani studiosi di formazione scientifica si avvicinarono in questo periodo al gruppo di Geymonat beneficiando delle borse di perfezionamento dalla *Domus Galileana* (attribuite ad esempio a Fabio Bevilacqua, Pasquale Tucci, Sandro Petruccioli, Carlo Tarsitani e altri). Da un lato, Petruccioli e Tarsitani erano neo-laureati in storia della fisica alla Sapienza di Roma con Jona-Lasinio¹² e, dall'altro, Bevilacqua e Tucci provenivano invece dall'area napoletana in cui erano attivi Bruno Vitale e Antonino Drago. Questi giovani ricercatori sembrano svolgere, in questa fase, una funzione di connettori con il movimento per la non-neutralità della scienza. Non è infatti un caso che alcuni studiosi di area milanese come Giulio Giorello, Carlo Tarsitani e Petruccioli parteciparono alla *Summer School* di Varenna del 1972 con entusiasmo.

Tali vicende si intrecciano con la pubblicazione del quaderno speciale di *Critica Marxista* curato da Tagliagambe e Geymonat sul tema *Il marxismo e le scienze*. I contributi di questo volume testimoniano una fase di reciproco interesse e scambio fra i fisici e i filosofi e storici della scienza. Fra i partecipanti oltre a Geymonat e Tagliagambe vi erano, fra gli altri, Bellone, Giorello, Lucio Lombardo Radice, Vittorio Somenzi. In particolar modo, segnalo la presenza di due saggi interessanti in questo quaderno rispetto al tema in oggetto. Il primo è un importante contributo di

¹¹ Questa informazione è tratta da una comunicazione privata che ho avuto con Sandro Petruccioli il 4 Ottobre 2021. Lo stesso Cappelletti non lesinò i riconoscimenti pubblici all'attività istituzionale di Geymonat su questo fronte: "L'attività di Ludovico Geymonat per l'affermarsi degli studi di storia e di filosofia della scienza in Italia è diventata la vocazione di tutta una vita e merita d'essere segnalata con rispetto e gratitudine. [...] Ma il decisivo impulso di Geymonat ha potuto realizzarsi soltanto con lo strumento rappresentato da un'istituzione culturale, la *Domus Galileana* di Pisa" (Cappelletti, 1995, p. 33).

¹² Edoardo Amaldi, all'epoca direttore del dipartimento di fisica di Roma, chiese a Geymonat di fare da correlatore per la tesi di laurea di Petruccioli. Con un tono polemico, in una lettera del 8 febbraio 1971 Amaldi riferisce a Geymonat di essere preoccupato per la tendenza di alcuni suoi colleghi di dipartimento ad accettare ricerche, in alcuni casi, troppo "dilettantesche" in storia della fisica. Con questa lettera chiedeva, dunque, al collega milanese di non risparmiare la severità di giudizio nei confronti dei lavori storici prodotti dai fisici d'area romana. Da questo è possibile dedurre, nonostante la retorica usata nella lettera, che in realtà Amaldi volesse sfruttare l'occasione delle sedute di laurea come pretesto per limitare l'eccessiva espansione di tale disciplina nel suo dipartimento (Amaldi, 1972).

Selleri dal titolo “Sull’ideologia nella fisica contemporanea” dedicato alla critica all’interpretazione di Copenaghen e alla proposta di riabilitazione di un’interpretazione realista dei FMQ. Il confronto e dialogo fra Selleri e Geymonat sulla compatibilità fra materialismo dialettico e MQ è ulteriormente testimoniato anche da alcuni scambi epistolari incentrati su questi temi (Selleri, 1972a; Selleri, 1982)¹³ e da un saggio in cui Selleri e il suo allievo Augusto Garuccio discutono con interesse la raccolta sopramenzionata di testi sovietici sulla meccanica quantistica di Tagliagambe (Garuccio & Selleri, 1973). Il secondo contributo pubblicato su questo quaderno speciale di Critica Marxista a cui dedicare attenzione è quello a firma di Petruccioli e Tarsitani dal titolo “ ‘Non neutralità’ della scienza e impegno del ricercatore”. Come testimoniano alcune lettere inviate dai due autori a Geymonat, questo testo è stato scritto nel corso delle giornate di Varenna del 1972¹⁴ ed è dunque una eco alle discussioni emerse nel processo di radicalizzazione politica dei fisici (Petruccioli & Tarsitani, 1972a; Petruccioli, 1972a; Petruccioli, 1972b). Nella lettera dell’11 agosto, Petruccioli scrive a Geymonat:

Come già ti avevamo anticipato nella lettera precedente, abbiamo modificato sostanzialmente l’impostazione complessiva dell’articolo in quanto ci siamo resi conto che era necessario analizzare criticamente quell’esperienza teorica che si è andata sviluppando in questi ultimi anni tra i fisici italiani e che per larga parte ha influenzato il modo in cui ci siamo accostati alla storia della scienza (Petruccioli, 1972a).

Punto di riferimento centrale per il saggio di Petruccioli e Tarsitani erano infatti una serie di materiali ancora in larga parte inediti prodotti dai fisici impegnati nel dibattito sulla non-neutralità della scienza (come ad esempio Cini, Baracca e Bergia). Con la medesima lettera infatti Petruccioli allegava a Geymonat anche il testo di un intervento di Jona-Lasinio esposto presso la facoltà di filosofia di Milano dal titolo “Mutamenti della prassi scientifica nella società tecnologica” ritenuto dalla coppia di giovani fisici fonte di ispirazione per la scrittura del loro contributo (Petruccioli, 1972a). Questo testo, pubblicato poi in appendice a *L’ape e l’architetto*, probabilmente era una versione estesa di un altro intervento proposto al convegno della SIF dell’Aquila del 1971 dal titolo “Razionalità storica della prassi scientifica” da molti commentatori ritenuto il punto di innesco dei dibattiti sulla non-neutralità della scienza in Italia (Petruccioli & Tarsitani, 1972b, p. 72; Bergia, 1985, p. 434). Fra il 1973 e il 1975, Geymonat aveva inoltre organizzato una serie di seminari dedicati alla storia della fisica presso la *Domus Galilæana*. L’obiettivo era quello di formare i giovani borsisti della sua scuola nell’ambito della storia della scienza. Durante questi incontri, da un lato, i giovani ricercatori erano chiamati a presentare i loro lavori e, dall’altro, ospiti autorevoli erano invitati a fare delle lezioni. Ne derivarono una serie di volumi dedicati alla storia della fisica pubblicati dalla stessa *Domus* volti a raccogliere i contributi presentati in questo contesto (Geymonat, 1972; Petruccioli *et al.* 1974; Bellone, 1976).

4. Progetti editoriali e l’escalation della tensione

Come menzionato, nel corso dei primi anni ’70 la circolazione delle idee dei fisici militanti difensori della non-neutralità del sapere scientifico stava avvenendo principalmente tramite interventi orali o diffusione informale di preprint. Solo sporadicamente qualche testo preparatorio era già stato

¹³ Nonostante la stima reciproca fra i due, in queste lettere emerge con chiarezza anche la differente prospettiva nella valutazione relativa almeno su due punti: 1) il loro differente giudizio sulla compatibilità/incompatibilità fra MQ e materialismo dialettico 2) il loro differente posizionamento nella *querelle* fra neutralità/non-neutralità della scienza.

¹⁴ Pur senza entrare nei dettagli, dal tono della lettera emerge chiaramente come il giudizio di Petruccioli, Tarsitani e Giorello sulle giornate di Varenna fosse del tutto positivo.

pubblicato. Le prime tensioni cominciano a mostrarsi con le prime pubblicazioni di questi autori proprio a partire dalla fine del 1972.

Proprio sul finire di quell'anno, la prestigiosa rivista *Scientia* decise infatti di aprire le sue pagine ad un forum di dibattito sui rapporti fra “Scienza, Cultura e Società” che avrebbe occupato vari numeri. Il tema in questione, più volte annunciato (*Scientia*, 1972a; *Scientia*, 1972b), risultava essere particolarmente urgente pressante nei dibattiti meta-scientifici.

Nel numero precedente all'effettiva apertura di tale dibattito, nella sezione “Cronache” la rivista *Scientia* pubblicò un significativo testo dal titolo *Scienza e guerra*. In questo report la rivista, con impliciti toni di approvazione, dava comunicazione ai suoi lettori delle principali discussioni politiche avvenute quell'anno nel campo scientifico. In particolar modo il testo in questione riportava i testi integrali dello *Statement on Vietnam* prodotto dai partecipanti alla *Summer School* di Varenna '72, una dichiarazione della Società italiana di biofisica e biologia molecolare di presa di posizione contro l'insediamento di una base statunitense per sommergibili atomici a La Maddalena e, in ultimo, una dichiarazione ufficiale di supporto a quest'ultima iniziativa da parte della SIF a firma di Toraldo di Francia (*Scientia*, 1972c).

Il dibattito su “Scienza, Cultura e Società” ha occupato le sezioni monografiche della rivista dall'ultimo numero del 1972 e per tutte le uscite del 1973 coinvolgendo un vasto numero di autori come Ludovico Geymonat, Bruno de Finetti, Giuseppe Montalenti, Jean-Marc Lévy-Leblond, Massimiliano Aloisi, Luigi Bulferetti, Alberto Pala, Giulio Giorello, Bogdan Suchodolski, Luigi Villa, Renzo Canestrari, Giovanni Ciccotti, Giovanni Jona-Lasinio, George R. Feiwel, Aldo Visalberghi, Margaret Mead e Maio Lorenzo Calabi. Gli scambi intellettuali avvenuti sulle pagine della rivista rappresentano una delle prime occasioni di scontro diretto esplicito fra le parti in causa. Fra questi, salta in particolare agli occhi il contributo di Giovanni Ciccotti e Giovanni Jona Lasinio che rientrerà, in un secondo momento, fra i saggi che compongono *l'Ape e l'architetto*.¹⁵

Nel corso degli stessi numeri di *Scientia* comparvero fuori da tale sezione monografica anche vari articoli che facevano da sponda a tale dibattito su scienza e società, o che risentivano delle sue eco. Fra questi è da segnalare in particolar modo il controverso *affaire* generato attorno al contributo di Arcangelo Rossi dal titolo “Le due strade della fisica”. Questo testo è stato al centro di una *querelle* perché, dopo che *Scientia* ne pubblicò la prima metà, Geymonat si oppose alla stampa della seconda parte del contributo nel numero successivo.¹⁶ Fra le motivazioni che spinsero all'iniziale rifiuto della seconda parte del testo vi era la seguente:

Ci ha indotto ad interrompere la pubblicazione dell'articolo del Dr. Arcangelo Rossi il fatto che, mentre ci accingevamo a pubblicarne la seconda parte, è apparsa su una Rivista – “Sapere” – in oggettiva situazione di concorrenza con la nostra, e con la quale non condividiamo taluni indirizzi, una serie di articoli uno dei quali a firma dello stesso Dr. Rossi, altri a firma di Baracca e Rossi, non molto dissimili per argomento da quello a noi affidato. Ci è parso che ciò non coincidesse con talune consuetudini di correttezza in uso da gran tempo e, inoltre, che potesse ingenerare nel lettore qualche confusione, facendogli supporre una concordanza di orientamenti fra *Scientia* e la Rivista della quale si è fatto cenno (Lombardo Radice, 1974, p. 6).

¹⁵ Jona-Lasinio, invitato a contribuire a tale forum direttamente da Angelo De Murtas insieme a Nora Bonetti, all'epoca editor della rivista (De Murtas & Jona-Lasinio, 1972), in collaborazione con Giovanni Ciccotti inviò un contributo dal titolo “Il dibattito epistemologico moderno e la socializzazione delle scienze”, pubblicato, a completa insaputa degli autori, con il titolo “Il progetto della ricerca” (Ciccotti & Jona-Lasinio, 1973). Questo generò un'aspra reazione da parte di Ciccotti e Jona-Lasinio che chiesero alla redazione di pubblicare una rettifica sul numero successivo (Jona-Lasinio & Redazione *Scientia*, 1974).

¹⁶ Fabio Lusito ha ricostruito recentemente tale *querelle* in un capitolo della sua tesi di dottorato dal titolo *II. Materialisti dialettici contro materialisti storici. Verso il caso di “Scientia”* (Lusito, 2022).

A questa scelta editoriale si oppose Lombardo Radice con una lettera aperta alla rivista che, tramite il suo intervento riuscì a far pubblicare la seconda parte del testo (Lombardo Radice, 1974; Rossi, 1973; Rossi, 1974). Come è possibile rilevare dall'ultima citazione riportata, l'iniziale interdizione alla pubblicazione della seconda parte del contributo di A. Rossi, da un lato si colloca all'interno di una controversia politico-editoriale più ampia e dall'altro è il sintomo di una radicalizzazione del dibattito.

A partire dal 1974 la storica rivista di divulgazione scientifica *Sapere* era entrata in un nuovo corso guidato dalla direzione di Giulio Alfredo Maccacaro e di Giovanni Cesareo supportati da un ampio collettivo redazionale. Questi nuovi direttori avevano strutturato una linea editoriale di impostazione politica radicale e, per tale ragione, *Sapere* era diventato uno fra i principali strumenti di diffusione e riferimenti intellettuali per i dibattiti sulla non-neutralità della scienza, con larga partecipazione dei fisici e degli storici della fisica militanti sopramenzionati. Nel primo editoriale del nuovo corso di *Sapere* del gennaio 1974 è possibile leggere: "Così che 'fare scienza' vuol dire, oggi e in ogni caso, lavorare 'per' o 'contro' l'uomo ed ogni uomo è raggiunto dalla scienza per esserne fatto più libero o più oppresso" (Collettivo redazionale *Sapere*, 1974, pp. 3-4).

Alla fine del 1974 venne annunciato che con il primo numero dell'anno successivo, la direzione scientifica di *Scientia* sarebbe passata invece nelle mani di "tre illustri studiosi" ovvero: il fisico Pietro Caldirola, il filosofo e storico della scienza Ludovico Geymonat e il genetista Giuseppe Montalenti (*Scientia*, 1974). Come effetto dei dibattiti che si stavano consolidando, tale direzione aveva radicalizzato a sua volta l'indirizzo della rivista in direzione di una forte difesa della neutralità del sapere scientifico e d'un razionalismo di stampo positivista. I tre nuovi direttori scientifici pubblicarono in apertura del primo numero del 1975 un editoriale programmatico dal titolo "Impegno Razionalista" in cui è possibile leggere un chiaro attacco ai nascenti dibattiti sulla "non-neutralità". "Com'è noto, la rivista *Scientia* ha sempre cercato di mantener fede al programma di rigorosa difesa della razionalità, e in particolare della razionalità scientifica [...]". A questo si aggiungeva inoltre: "Oggi essa sente l'urgenza di rinvigorire e approfondire il proprio indirizzo culturale, di fronte all'emergere di nuove e più sottili accuse contro la scienza, che mirano in ultima istanza a gettare discredito sulla ragione" (Caldirola, Geymonat & Montalenti, 1975, pp. 5-6).

L'editoriale di *Sapere* e quello di *Scientia* rappresentarono dunque l'esposizione d'intenti di due programmi intellettuali in diretta polemica reciproca. In contemporanea, la sfida si svolgeva anche sul piano delle collane editoriali che avrebbero rappresentato un ulteriore canale di espressione di questi approcci alle scienze.

Presso l'editore Feltrinelli di Milano, Geymonat aveva aperto nel 1960 una serie dal titolo "Filosofia della scienza" in cui vennero pubblicati autori come Willard Van Orman Quine, Carl Gustav Hempel, Ernst Nagel, Mary B. Hesse, Hans Reichenbach, Gaston Bachelard, Imre Lakatos, ecc. nonché opere dello stesso Geymonat e dei suoi allievi. A partire dal 1970, anche Paolo Rossi aveva avviato una collaborazione con Feltrinelli dirigendo la collana "Storia della scienza" che portò in Italia alcuni classici come Alexandre Koyré, Alistair Crombie, Max Jammer, Bernard I. Cohen, Yehuda Elkana, Rupert Hall, Eduard J. Dijksterhuis, ecc. Negli anni '80 Paolo Rossi rafforzò i suoi contatti con l'editore bolognese Il Mulino – che per impostazione politica tentava di creare un ponte fra la sinistra democratica e la DC – presso il quale offriva consulenza scientifica sui volumi da pubblicare e dove fondò la rivista di storia delle idee *Intersezioni*. Questo tipo di progetti erano il riflesso editoriale del processo di istituzionalizzazione e di diffusione della storia e filosofia della scienza nel nostro paese, e dunque anche della storia della fisica. Ad accompagnarli vi erano senz'altro anche alcune operazioni di diffusione della cultura scientifica operate da Editori Riuniti, d'area PCI, in particolar modo grazie all'opera di studiosi come Lombardo Radice (Lusito, 2020; Lusito, 2022). Nell'ambito della militanza politica e accademica punti di riferimento nel mercato editoriale erano piuttosto editori come Dedalo e De Donato di Bari che, nel corso degli anni '60, '70

e '80 si sono distinte per la pubblicazione di testi eterodossi tanto rispetto al canone accademico che si stava costituendo con le iniziative di Geymonat e Paolo Rossi, quanto rispetto al posizionamento del PCI. Nel corso degli anni '70, però, anche Feltrinelli cominciò ad ospitare contributi provenienti dall'ambito dei movimenti radicali per la scienza. Maccacaro aveva aperto presso questo editore la collana "Medicina e potere" nel 1972 che aveva i seguenti obiettivi: "È ipotesi di lavoro di questa collana che la medicina – come la scienza – sia un modo del potere: che, anzi, nella conversione e gestione scientifica di dottrine e pratiche, contenuti e messaggi, enti e funzioni, ruoli e istituti, divenga propriamente potere". Poco dopo, dalla collaborazione fra Cini e Maccacaro era nata anche la serie "Scienza e politica" che, altrettanto esplicitamente mirava ai seguenti obiettivi politici:

Della scienza si è parlato e si continua parlare in molti modi: fino a qualche anno fa come di una chiave che avrebbe aperto all'umanità le porte del paradiso terrestre, più recentemente come di una possibile salvezza dalle strette del ricatto energetico, Ieri come etica della necessità, Oggi come una necessità dell'etica. In ogni caso importava nascondere l'intreccio tra scienza e profitto: negare che la scienza sia strumento modulabile per il potere della classe dominante, arma teleguidabile del comando imperialista.

5. Conclusioni

Sulle basi sopraesposte si innescò, negli anni successivi, un dibattito piuttosto acceso fra le varie posizioni in causa. Come è facile immaginare non è possibile qui riportare l'ampia produzione intellettuale di questo periodo sviluppata tramite convegni, pubblicazioni collettanee, monografie, articoli, ecc. Rimando ai seguenti contributi per un approfondimento di questi aspetti: Laser (1999), Pancaldi (2010), Guerraggio (2010), Baracca, Bergia & Del Santo (2017), Ienna (2020). In questo saggio ho tracciato una linea di continuità tra il convegno organizzato dalla SIF "La scienza nella società capitalista", le due scuole estive di Varenna del 1970 e del 1972, le ricerche promosse presso la *Domus Galilæana* di Pisa e la nascita dei movimenti scientifici radicali in Italia animati da fisici interessati alla dimensione storica, sociale e politica della loro disciplina. Tali radici rappresentano alcune fra le principali ragioni storiche per le quali la "storia della fisica" si è istituzionalizzata come disciplina a sé stante in Italia, in contrapposizione alla storia della scienza praticata nei dipartimenti di filosofia e scienze umane.¹⁷

Bibliografia

- AA.VV. (1970). "Notes on the Connection Between Science and Society. Varenna International School of Physics Enrico Fermi". Box of documents about Varenna's school 1970 on FQM. Bologna: SIF.
- AA.VV. (1995). *Gli archivi di storia della scienza e della tecnica*. Roma: Ministero per i beni culturali
- Amaldi, E. (1972). "Lettera di Edoardo Amaldi a Ludovico Geymonat del 8 febbraio 1971", 1972. Scatola 62, fascicolo 20. Archivio Ludovico Geymonat.
- Baracca, A., Bergia, S. & Del Santo, F. (2017). "The Origins of the Research on the Foundations of Quantum Mechanics (and Other Critical Activities) in Italy during the 1970s", *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 57, pp. 66–79.
- Bellone, E. (1973). *I modelli e la concezione del mondo nella fisica moderna: da Laplace a Bohr*. Filosofia della scienza. Milano: Feltrinelli.

¹⁷ Ringraziamenti. Questo saggio è stato scritto nell'ambito del progetto MSCA-GF dal titolo *Militant Science. European Physicists and the Emergence of Transnational Radical Science Movements* (MISHA) di cui sono titolare (Horizon 2020; GA: 101026146) finanziato dall'Unione Europea tramite il programma Horizon 2020 Research and Innovation Programme.

- Bellone, E. (a cura di) (1976). *Contributi alla storia della meccanica quantistica*. Pisa: Domus Galilæana.
- Bergia, S. (1985). “Ricerche di storia della fisica in Italia”. *Rendiconti dell'Accademia nazionale delle scienze detta dei XL*, IX (parte 2), pp. 425-440.
- Berlinguer, G. (1975). *Per la scienza. Tra oppressione ed emancipazione*. Bari: De Donato.
- Bisogno, P. & Bernardini, C. (1997). *La politica della scienza*, in Geymonat, L. (a cura di) *Storia del pensiero filosofico e scientifico*. Milano: Garzanti, VI (5), pp. 447-483.
- Caldirola, P., Geymonat, L. & Montalenti, G. (1975). “Impegno razionalista”. *Scientia*, 110 (1), pp. 5-8.
- Cappelletti, V. (1995). *La storiografia della scienza nella cultura italiana d'oggi* in AA.VV. (1995), pp. 27-35.
- Ciccotti, G. et al. (2011). *L'Ape e l'Architetto. Paradigmi scientifici e materialismo storico*. Milano: Franco Angeli.
- Ciccotti, G. & Jona-Lasinio, G. (1973). “Il progetto della ricerca”. *Scientia*, 108 (7-8), pp. 481-494.
- Cini, M. (2010). “C'era una volta L'ape e l'architetto”. in Guerraggio, A (a cura di). *Pristem/Storia. Note di Matematica, Storia, Cultura*, fasc. 27/28, pp. 73-86.
- Collettivo redazionale *Sapere* (1974). “Editoriale”. *Sapere* 768 (gennaio), pp. 3-4.
- De Murtas, A. & Jona-Lasinio, G. (1972). “Lettera di A. De Murtas a G. Jona-Lasinio, 25 Luglio 1972”, 1972. Faldone “Corrispondenze di Storia della Fisica”. Archivio privato di G. Jona Lasinio.
- D'Espagnat, B. (a cura di) (1971). *Fondamenti di meccanica quantistica. Rendiconti della scuola internazionale di fisica Enrico Fermi*. New York: Academic Press Inc.
- Finkbeiner, A. (2006). *The Jasons. The Secret History of Science's Postwar Elite*. New York: Viking Adult.
- Freire, O. jr. (2015). *The Quantum Dissidents*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Garuccio, A. & Selleri, F. (1973). “Materialismo dialettico e meccanica quantistica”. *Critica Marxista*, 11 (3-4), pp. 301-318.
- Geymonat, L. (a cura di) (1972). *Alcuni aspetti dello sviluppo delle teorie fisiche. 1743-1911*. Pisa: Domus Galilæana.
- Guerraggio, A. (a cura di) (2010). *Il '68 e la scienza in Italia*. Vol. 27-28. *Pristem/Storia*. Milano: Centro Pristem, Università Bocconi.
- Ienna, G. (2020). “Fisici italiani negli anni '70. Fra scienza e ideologia”. *Physis* 55 (1-2), pp. 415-442.
- Ienna, G. (2022a) “Le origini politico-istituzionali del Gruppo Nazionale di Storia della Fisica”, in Bònoli, F., Zanini, V. & Naddeo, A. (a cura di) *Atti del XLI Convegno annuale della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia*. Arezzo, 6-9 Settembre 2021. Pisa: Pisa University Press, pp. 15-22.
- Ienna, G. (2022b). “The Double Legacy of Bernalism in Science Diplomacy”, *Berichte Zur Wissenschaftsgeschichte*, 45 (4), pp. 602-624.
- Jona-Lasinio, G. & Lévy-Leblond, J.-M. (1972). “Lettera di G. Jona-Lasinio a J.-M. Lévy-Leblond, 3 Luglio 1972”, Faldone “Scuola di Varenna 1972”. Archivio privato di G. Jona Lasinio.
- Jona-Lasinio, G. & Redazione *Scientia*. (1974). “Lettera di G. Jona-Lasinio alla redazione di *Scientia*, 21 Giugno 1974”, Faldone “Corrispondenze di Storia della Fisica”. Archivio privato di G. Jona Lasinio.
- Jona-Lasinio, G. & Toraldo di Francia, G. (1974). “Lettera di G. Jona-Lasinio a G. Toraldo di Francia, 24 Gennaio 1974”, Faldone “Corrispondenze di Storia della Fisica”. Archivio privato di G. Jona Lasinio.
- Jona-Lasinio, G. & Weiner, C. (1972). “Lettera di G. Jona-Lasinio a C. Weiner del 17 Novembre 1972”, Faldone “Corso di Varenna 1972”. Archivio privato di G. Jona Lasinio.

- Laser (1999). *Valle Giulia e la luna. Lotte dei tecnici e critica della scienza*, Roma: Laser.
- Lévy-Leblond, J.-M. & Jaubert, A. (1973). *(Auto)Critique de la science*. Paris: Seuil.
- Lévy-Leblond, J.-M. & Jona-Lasinio, G. (1972a). “Cartolina di J.-M. Lévy-Leblond a G. Jona-Lasinio, 23 Luglio 1972”, Faldone “Scuola di Varenna 1972”. Archivio privato di G. Jona Lasinio.
- Lévy-Leblond, J.-M. & Jona-Lasinio, G. (1972b). “Lettera di J.-M. Lévy-Leblond a G. Jona-Lasinio, 28 Giugno 1972”, Faldone “Scuola di Varenna 1972”. Archivio privato di G. Jona Lasinio.
- Lombardo Radice, L. (1974). “Un articolo non pubblicato”, *Scientia* 109 (1), pp. 5-6.
- Lusito, F. (2020). “Diamo l’assalto al cielo!: la comunicazione della scienza tra scienziati e cittadini e la televisione di Lombardo Radice nell’Italia delle contestazioni”. *Journal of Science Communication* 19 (3), pp. 1-20.
- Lusito, F. (2022). *Un marxista galileiano: Scienza e società in Lucio Lombardo Radice* (Tesi di PhD in Storia della scienza). Bari: Università degli Studi di Bari Aldo Moro.
- Pancaldi, G. (2010). *Purification Rituals: Reflections on the history of science in Italy*, in Mazzotti, M. & Pancaldi, G. (a cura di) *Impure Cultures. Interfacing Science, Technology and Humanities*, Bologna: CIS.
- PCI (1970). *La ricerca scientifica e la società italiana: atti del Convegno nazionale del PCI*: Ariccia, 20-22 marzo 1970. Roma: Partito Comunista Italiano.
- Petrucchioli, S. (1972a). “Lettera di S. Petrucchioli a L. Geymonat, Roma 11 agosto 1972”, Cartella 26, fasc. 3, sottofasc. 76. Archivio Ludovico Geymonat.
- Petrucchioli, S. (1972b). “Lettera di S. Petrucchioli e C. Tarsitani a L. Geymonat, Roma 22 settembre 1972”, Cartella 26, fasc. 3, sottofasc. 76. Archivio Ludovico Geymonat.
- Petrucchioli, S. (1985). *Introduzione in Rendiconti dell’Accademia nazionale delle scienze detta dei XL*, IX (parte 2), pp. 201-207.
- Petrucchioli, S. (2019). *La mia Treccani*. Roma: Europa.
- Petrucchioli, S. & Tarsitani, C. (1972a). “Lettera di S. Petrucchioli e C. Tarsitani a L. Geymonat, Roma 29 luglio 1972”, Cartella 26, fasc. 3, sottofasc. 76. Archivio Ludovico Geymonat.
- Petrucchioli, S. & Tarsitani, C. (1972b). “Non neutralità della scienza e impegno del ricercatore”, *Sul marxismo e le scienze. Critica Marxista Quaderni* (6), pp. 65-89.
- Petrucchioli, S., Tarsitani, C., Tucci, P. & Bevilacqua, F. (1974). *Sulla genesi storica e sul significato teorico della relatività di Einstein*. Pisa: Domus Galilæana.
- Prestipino, G. (1973). “Il marxismo nella ‘storia’ di Geymonat”. *Critica Marxista* 11 (5), pp. 181-204.
- Rossi, A. (1973). “Le due strade della fisica. Parte 1”. *Scientia* 108 (7-8), pp. 543-564.
- Rossi, A. (1974). “Le due strade della fisica. Parte 2”. *Scientia*, 109 (9-12), pp. 801-826.
- Santoro, C. M. & Berlinguer, G. (1970). “La ricerca scientifica e la società italiana. Intervista con il compagno Giovanni Berlinguer sul convegno nazionale promosso dal PCI che si terrà ad Ariccia dal 20 al 22 marzo”. *L’Unità*, 11 marzo 1970, sez. cultura.
- Scientia* (1972a). “Scienza, cultura e società”, *Scientia*, 107 (3), pp. 373-375.
- Scientia* (1972b). “Scienza, cultura e società”, *Scientia* 107 (4), pp. 559-560.
- Scientia* (1972c). “Scienza e guerra”, *Scientia* 107 (4), pp. 697-699.
- Scientia* (1974). “Tre illustri studiosi alla direzione di Scientia”, *Scientia* 109 (9-12), pp. 603-604.
- Selleri, F. (1972a). “Lettera di Franco Selleri a Ludovico Geymonat del 3 ottobre 1972”, Scatola 75, fascicolo 792. Archivio Ludovico Geymonat.
- Selleri, F. (1972b). “Sull’ideologia nella fisica contemporanea”. *Sul marxismo e le scienze Critica Marxista Quaderni* (6), pp. 120-150.
- Selleri, F. (1982). “Lettera di Franco Selleri a Ludovico Geymonat del 11 giugno 1982”. Scatola 75, fascicolo 792. Archivio Ludovico Geymonat.
- SIF (a cura di) (1971). *La scienza nella società capitalista*. Bari: De Donato.
- Tagliagambe, S. (1972). *L’interpretazione materialistica della meccanica quantistica. Fisica e*

- filosofia in URSS*. Milano: Feltrinelli.
- Toraldo di Francia, G. & Jona-Lasinio, G. (1970). "Lettera di G. Toraldo di Francia a G. Jona-Lasinio, 16 Settembre 1970", Faldone Varenna 1972. Bologna: SIF.
- Toraldo di Francia, G. & Kuhn, T. S. (1970). "Lettera di G. Toraldo di Francia a T. Kuhn, 25 Maggio 1970", Faldone Varenna 1972. Bologna: SIF.
- Vitale, B. (ed) (1976). *The War Physicists: Document About the European Protest Against the Physicists Working for the American Military Through the Jason Division of the Institute for Defence Analysis (IDA)*. Napoli: Liguori.
- Weiner, C. (a cura di) (1977). *Storia della fisica del XX secolo. Rendiconti della scuola internazionale di fisica Enrico Fermi*. New York: Academic Press Inc.
- Weiner, C. & Jona-Lasinio, G. (1972a). "Lettera di C. Weiner a G. Jona-Lasinio del 7 Gennaio 1972", Faldone "Corso di Varenna 1972". Archivio privato di G. Jona Lasinio.
- Weiner, C. & Jona-Lasinio, G. (1972b). "Lettera di C. Weiner a G. Jona-Lasinio del 18 Dicembre 1972", Faldone "Corso di Varenna 1972". Archivio privato di G. Jona Lasinio.
- Weiner, C. & Toraldo di Francia, G. (1971). "Lettera di C. Weiner a G. Toraldo di Francia, 13 Maggio 1971", Faldone "Corrispondenze di Storia della Fisica". Archivio privato di G. Jona Lasinio.
- Weiner, C. & Toraldo di Francia, G. (1972). "Lettera di C. Weiner a Toraldo di Francia del 7 Gennaio 1972", Faldone "Corso di Varenna 1972". Archivio privato di G. Jona Lasinio.

La Società Italiana di Fisica e la Storia della Fisica

Nadia Robotti

Università degli Studi di Genova, Robotti@fisica.unige.it
Centro Ricerche Enrico Fermi, nadia.robotti@gmail.com

1. La Società Italiana di Fisica

La Società Italiana di Fisica (SIF) è stata fondata nel 1897 attorno alla rivista mensile *Il Nuovo Cimento*, sul cui numero di gennaio apparve per la prima volta il sottotitolo “Organo della Società Italiana di Fisica”. Parteciparono alla fondazione, oltre a Riccardo Felici, anche Angelo Battelli, Pietro Blaserna, Galileo Ferraris, Antonio Garbasso, Antonio Pacinotti, Augusto Righi, Antonio Ròiti e Vito Volterra.

L’obiettivo era quello di “stringere meglio i legami che uniscono i cultori delle Scienze Fisiche in Italia”, ossia di promuovere, favorire e tutelare lo studio e il progresso della Fisica nel nostro Paese. Essa rappresentava, e rappresenta tuttora, la comunità scientifica italiana dei Fisici in tutti i campi della Fisica, dal mondo della ricerca e dell’insegnamento a quello professionale, compresa la Storia della Fisica.

Il primo Presidente, eletto nel 1897, fu Pietro Blaserna. Presidenti successivi fino al 1943 furono Antonio Ròiti, Augusto Righi, Angelo Battelli, Vito Volterra, Michele Cantone, Antonio Garbasso, Orso Mario Corbino e Quirino Majorana.

Dal 1947 in poi, la SIF crebbe quantitativamente e qualitativamente. Il numero dei soci è passato da 260 ai circa 3500 di oggi e la Società è divenuta una valida e autorevole rappresentanza scientifica nazionale nell’ambito mondiale delle Società di Fisica dei vari paesi.

Fu sotto la presidenza di Giovanni Polvani (1948-1961) che si verificò una chiara ripresa della Società, dopo la guerra, accompagnata dalla nuova veste internazionale del *Nuovo Cimento* e da importanti iniziative.

Alla Presidenza della Società si sono poi susseguiti Gilberto Bernardini (1962-1967), che fu inoltre uno dei fondatori della Società Europea di Fisica (European Physical Society, EPS) e nel 1968 suo primo Presidente, Giuliano Toraldo di Francia (1968-1973), Carlo Castagnoli (1974-1982), Renato Angelo Ricci (1983-1998), Giuseppe Franco Bassani (1999-2007), Luisa Cifarelli (2008-2019), e Angela Bracco (2020, attualmente in carica).

2. I Congressi Nazionali

Dalla sua fondazione nel 1897 e fino al 1942, la SIF ha organizzato le così dette Assemblee Generali dei Soci che erano incontri di norma annuali, per discutere i problemi societari. Esse erano anche utilizzate per presentare comunicazioni scientifiche e aggiornare i soci sui più recenti sviluppi della ricerca nei vari settori della fisica.

Dopo una breve interruzione degli incontri durante la seconda guerra mondiale, e sulla scia di una forte ripresa della vita societaria e della crescita del numero dei soci, nel 1947, sotto la Presidenza di Polvani, la SIF passò all’organizzazione di un vero e proprio Congresso Nazionale, da svolgersi di norma annualmente.

Quando, negli anni Sessanta, il Congresso fu strutturato in Sezioni, venne fondata la sezione “Didattica e Storia della Fisica”, tuttora presente, nell’ambito della quale ogni anno vengono

presentate comunicazioni, relazioni su invito, e anche una relazione generale, dedicata ad anni alterni alla Didattica o alla Storia della Fisica.



Fig. 1. I 17 Presidenti della SIF (1897-2022)

Molti degli interventi al Congresso vengono pubblicati poi sulle Riviste della SIF, in particolare quelli di Storia della Fisica prevalentemente sul *Giornale di Fisica* o sui *Quaderni di Storia della Fisica*.

Comunque la partecipazione da parte dei membri della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia (SISFA) è sempre stata modesta, a parte le relazioni a invito, e questo probabilmente a causa della presenza quasi contemporanea del Congresso Annuale di questa Società.

3. Le Riviste della SIF

Iniziamo da *Il Giornale di Fisica*. Fondato nel 1956 da Polvani, è una rivista trimestrale destinata particolarmente agli insegnanti di fisica della Scuola secondaria superiore. Esso mira a fornire aggiornamenti sulle più recenti ricerche in tutti i campi della fisica. Saltuariamente, in passato, ha ospitato articoli di Storia della Fisica.

Nel 2018 con la riorganizzazione del *Giornale di Fisica* in Rubriche, la Storia della Fisica ha trovato spazio ufficiale nella rubrica "Accadde quell'anno ..." per ricordare anniversari e date storiche importanti per la Fisica.

Comunque già la Storia della Fisica aveva incominciato ad avere un suo spazio nel *Giornale di Fisica* con la creazione nel 1976 dei *Supplementi del Giornale di Fisica*.

Recentemente un accordo tra SIF e SISFA ha stabilito di pubblicare un numero speciale a cura della SISFA, secondo le norme del *Giornale di Fisica*, dedicato a "Il contributo dei fisici italiani agli studi sul clima" attualmente in corso di preparazione.

Nel 2020: sono usciti tre *Supplementi del Giornale di Fisica* dedicati a “I Fisici Italiani” a cura di A. La Rana e P. Rossi. L'opera è un dizionario biografico degli studiosi italiani che si sono occupati di fisica, dal Rinascimento al ventesimo secolo, ed è così suddiviso:

- a. Volume 1 (A-Z) dal Rinascimento al Risorgimento
- b. Volume 2 (A-C) dal Risorgimento alla Seconda Guerra Mondiale
- c. Volume 2 (D-L) dal Risorgimento alla Seconda Guerra Mondiale

Il primo *Supplemento del Giornale di Fisica* è uscito nel 1976, sotto la Direzione di Carlo Castagnoli, con il titolo “Quaderni del Giornale di Fisica”, ed è stato pubblicato per sette anni, dal 1976 al 1982, per un totale di 7 numeri, due dei quali dedicati alla Storia della Fisica, in particolare il volume 3 nel 1978, sotto la direzione di Carlo Castagnoli, dedicato ad Alessandro Volta (1745-1827) nel 150° anniversario della sua morte, e il volume 7 nel 1982, sotto la direzione di Carlo Castagnoli, con “L'eredità di Bruno Touschek (Vienna 1921-Innsbruck 1978)” di Edoardo Amaldi.



Fig. 2. Copertina del primo numero dei *Quaderni di Storia della Fisica*

Dopo un periodo di quindici anni senza *Supplementi*, nel 1997, su iniziativa dell'ex Presidente della SIF Carlo Castagnoli, furono fondati i *Quaderni di Storia della Fisica*. L'occasione era la ricorrenza dei 40 anni del *Giornale di Fisica*.

La presentazione di questa nuova rivista venne fatta, con l'articolo di apertura “Cento anni di SIF e quaranta di *Giornale di Fisica*”, da Castagnoli stesso, che ne assunse la Direzione, fino alla sua morte nel 2005. Scrive Castagnoli:

Festeggiamo questo compleanno del *Giornale di Fisica* con la pubblicazione del suo *Quaderno n.1 di Storia della Fisica*. È anche questo un atto di fiducia e di continuità [...] Questa iniziativa sovrappesa un po' la Storia della Fisica rispetto agli altri tradizionali settori del *Giornale di Fisica* (Questioni Didattiche e Letture Scientifiche). E ciò da una parte è riconoscere che, oggi, in Italia

questi studi si sono ormai ben sviluppati in qualità e quantità e dall'altra è cercare di darvi un sostegno non verbale ma fattuale, fornendo un nuovo strumento di comunicazione. Questo *Quaderno* non è quindi un numero unico commemorativo: si è solo colta l'occasione (che pensiamo ben augurante) del 1° Centenario della SIF e del 40° anniversario del *Giornale di Fisica* per realizzare un'iniziativa già meditata da qualche anno. Pensiamo che sarà possibile editare nel prossimo futuro i *Quaderni di Storia della Fisica* n. 2, n. 3 [...] e ci auguriamo che qualcuno, fra un po' di anni, possa fare un consuntivo di questa iniziativa, lusinghiero per la SIF e per gli studi nel nostro Paese (*Quaderni di Storia della Fisica*, 1997, n.1, pp. 3-4).

Con grande soddisfazione si può affermare che questo augurio di Castagnoli si è avverato. Va detto infatti che i *Quaderni di Storia della Fisica* sono nati come pubblicazione aperiodica, la cui uscita dipendeva esclusivamente dal materiale ricevuto e accettato. Comunque dal 2001 si è avuta una certa regolarità nell'uscita, in particolare si è avuto un volume all'anno fino al 2011, per poi passare dal 2012 fino al momento attuale a due volumi all'anno. Gli articoli pubblicati sono generalmente su invito, ma anche come sottomissione spontanea. Essi sono prevalentemente di studiosi italiani e riflettono lo stato in Italia della disciplina "Storia della Fisica".

4. Gli Atti di Conferenze

Un'altra Collana della SIF, in cui è presente anche la Storia della Fisica, si intitola "Atti di Conferenze" Essa raccoglie Atti di Conferenze, nazionali ed internazionali su temi di attualità nelle diverse branche della fisica.

Il primo volume è uscito nel 1984: *The Cosmic Background Radiation and Fundamental Physics*, a cura di F. Melchiorri and L. Maiani, Roma, 26-30 November 1984. Per quanto riguarda la Storia della Fisica, finora sono usciti:

Vol. 13 *The Origins of Solid State Physics in Italy: 1945-1960*

G. Giuliani, Pavia, 21-24 September 1987

Vol. 42 *History of Physics in Europe in the 19th and 20th Centuries 1st EPS Conference*

F. Bevilacqua, Como, 2-3 September 1992

Vol. 79 *One Hundred Years of h*

E. Beltrametti, G. Giuliani, A. Rimini and N. Robotti, Pavia, 14-16 September 2000

Vol. 100 *The Legacy of Edoardo Amaldi in Science and Society (Second extended edition)*

F. Ferroni, Roma, 23-25 October 2008

Vol. 106 *PONTECORVO 100 Symposium in Honour of Bruno Pontecorvo for the Centennial of the Birth*

A.M. Baldini, V. Cavasinni, F. Cei and D. Nicolò, Pisa, 18-20 September 2013

Vol. 107 *The Legacy of Bruno Pontecorvo: The Man and the Scientist*

L. Bonolis, C. Dionisi and N. Robotti, Rome, 11-12 September 2013

5. I Libri della SIF

Nella Collana dei Libri della SIF, una presenza importante è rappresentata dai libri di Storia della Fisica, che sono su invito oppure su proposta.

Le pubblicazioni sono iniziate nel 1997, sotto la Presidenza di Renato Angelo Ricci, con il volume *B. Pontecorvo Selected Scientific Works: Recollections on B. Pontecorvo*, a cura di S. M. Bilenky, T. D. Blokhintseva, I. G. Pokrovskaya e M. G. Sapozhnikov.

Durante la Presidenza di Giuseppe Franco Bassani è uscito il volume *Conoscere Fermi nel centenario della nascita 29 settembre 1901-2001*, a cura di C. Bernardini e L. Bonolis, 1^a ed. 2001; 2^a ed. 2002.

A seguire, nel 2006, i volumi *Luciano Fonda: His Life and Scientific Achievements*, a cura di G.C. Ghirardi; *The Scientific Legacy of Beppo Occhialini*, a cura di P. Redondi, G. Sironi, P. Tucci, G. Vegni; *Ettore Majorana Scientific Papers, on Occasion of the Centenary of the Birth*, a cura di G. F. Bassani e del Consiglio della Società Italiana di Fisica; e infine *Il Nuovo Cimento Scritti scelti 1855-1944*, a cura di G.F. Bassani, L. Cifarelli, E. De Sanctis, G. Piragino e R.A. Ricci. È invece del 2007 il volume *Ettore Majorana. His Genius and Long-lasting Legacy*, di A. Zichichi.

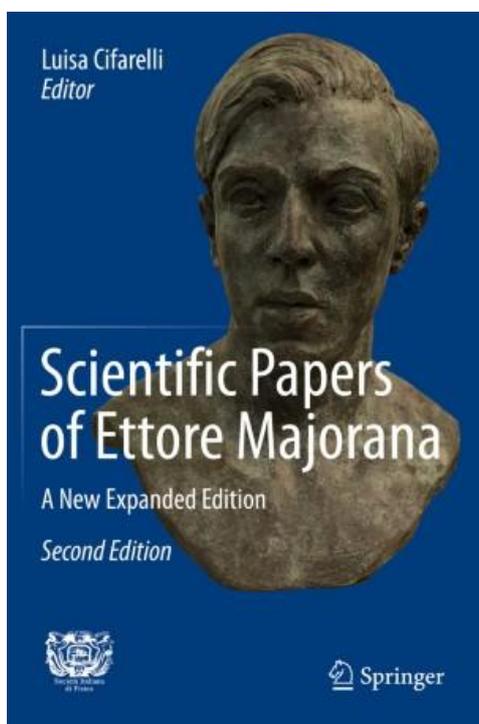


Fig. 3. La nuova edizione dei *Scientific Papers of Ettore Majorana* (2020)

Durante la Presidenza di Luisa Cifarelli sono usciti, nel 2008 *Ettore e Quirino Majorana. Tra fisica teorica e sperimentale*, a cura di G. Dragoni; nel 2009 *Galileo Galilei and Motion. A Reconstruction of 50 Years of Experiments and Discoveries*, a cura di R. Vergara Caffarelli; e *Galilei Divine Man*, di A. Zichichi; nel 2010 *La genialità di Galileo Galilei in tutti i campi dell'umano sapere*, di A. Zichichi, Sempre nel 2010 *Trent'anni di Gran Sasso. Volume in Onore di Antonino Zichichi*, a cura del Consiglio della Società Italiana di Fisica; e nello stesso anno *Giuseppe Franco Bassani. Uomo e Scienziato*, a cura di G. Grosso e G. La Rocca; e *Laura Bassi. Emblema e primato nella scienza del Settecento*, a cura di R. Simili e L. Cifarelli. Nel 2012 è uscito invece *Storie di Uomini e Quarks. La fisica sperimentale a Pisa e lo sviluppo della Sezione dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (1960-2010)*, a cura di C. Bemporad e L. Bonolis; nel 2013 *Bruno Pontecorvo Selected Scientific Works. Recollections on Bruno Pontecorvo*, 2nd edition, a cura di S.M. Bilenky, T.D. Blokhintseva, L. Cifarelli, V.A. Matveev, I.G. Pokrovskaya e M.G. Sapozhnikov; nel 2015 *Enrico Fermi e il quaderno ritrovato. 20 marzo 1934 – La vera storia della scoperta della radioattività indotta da neutroni*, di Francesco Guerra e Nadia Robotti; nel 2018 *Ettore Majorana Scientific Papers*, l'edizione a cura del Consiglio della Società Italiana di Fisica; nel 2019 *I Fisici Senatori: 1848-1943* di Matteo Leone e Nadia Robotti.

Nel 2017 sono iniziate anche le pubblicazioni congiunte SIF-Springer con il volume *The Lost Notebook of Enrico Fermi*, di Francesco Guerra e Nadia Robotti, seguito nel 2020, sotto la Presidenza di Angela Bracco, dai volumi *Scientific Papers of Ettore Majorana. A New Expanded Edition*, a cura

di Luisa Cifarelli; *Laura Bassi. The World's First Woman Professor in Natural Philosophy. An Iconic Physicist in Enlightenment Italy*, a cura di Luisa Cifarelli, Raffaella Simili; *Pietro Blaserna and the Birth of the Institute of Physics in Rome. A Gentleman Scientist at Via Panisperna*”, di Miriam Focaccia; e infine *The Milan Institute of Physics. A Research Institute from Fascism to the Reconstruction*, di L.Gariboldi, L.Bonolis e A.Testa,

6. Altre iniziative

Una delle più significative attività culturali della SIF è la *Scuola Internazionale di Fisica “Enrico Fermi”* di Varenna, fondata nel 1953 dal Presidente della SIF, Giovanni Polvani.

I *Rendiconti* della *Scuola* sono una delle Collane SIF che vengono in genere pubblicate regolarmente ogni anno.

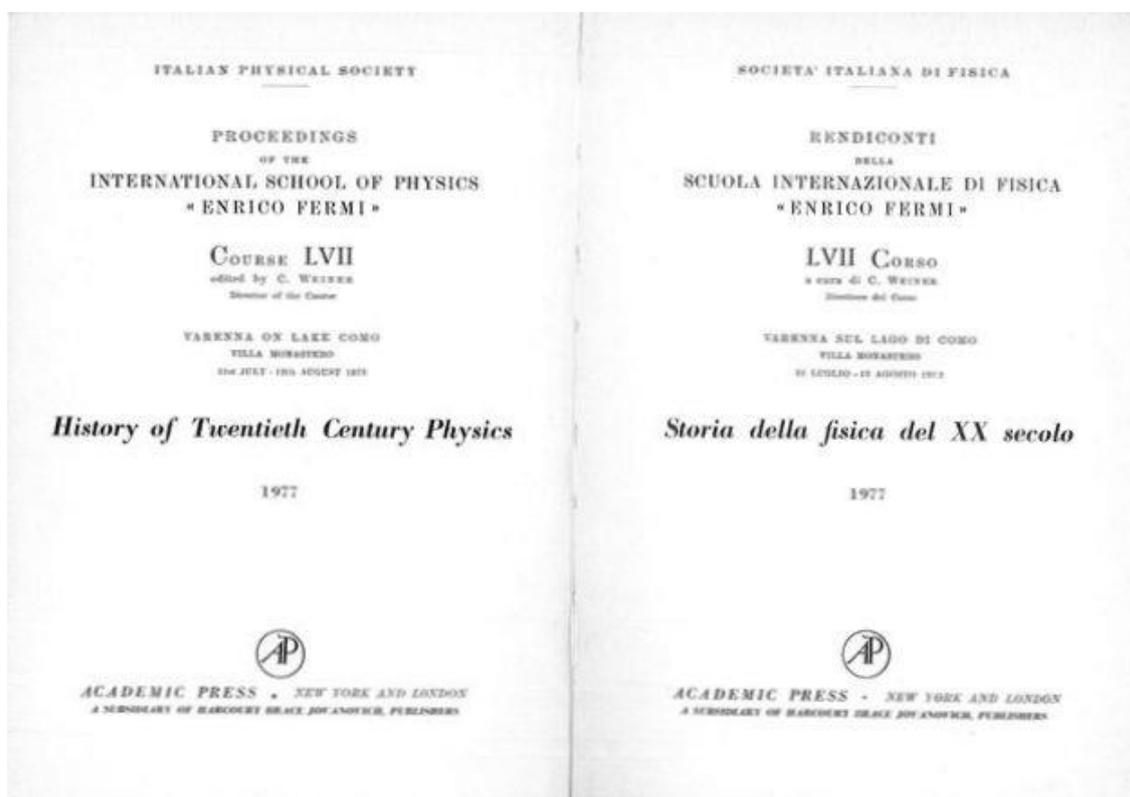


Fig. 4. Frontespizio dei *Rendiconti della Scuola di Varenna* (1977)

Riguardo alla Storia della Fisica, finora si è svolta un'unica scuola, quella del 1972 durante la Presidenza di Giuliano Toraldo di Francia: Course LVII - edited by C. Weiner (1972), *History of Twentieth Century Physics*.

Questa Scuola ha visto la partecipazione dei più importanti storici della fisica del momento e ha riscosso un grande successo. Ancora oggi i suoi *Rendiconti* sono citati. Purtroppo questo tipo di intervento non ha avuto un seguito, ritengo anche a causa del fatto che finora non abbiamo avanzato proposte e preso iniziative al riguardo.

La sensibilità della SIF verso la Storia della Fisica si è comunque manifestata negli anni in varie occasioni. Ad esempio durante la Presidenza di Renato Angelo Ricci, durante il LXXIII Congresso Nazionale, svoltosi a Napoli, dal 12-al 17 ottobre 1987, è stato distribuito ai partecipanti il volume *Ettore Majorana. Lezioni all'Università di Napoli*, fatto stampare appositamente per l'occasione dalla

casa editrice Bibliopolis, in cui sono riprodotti gli appunti manoscritti di Majorana relativi al corso di Fisica Teorica che svolse nel 1938.

Un'altra iniziativa interessante della SIF è stata l'istituzione nel 1968 del "Premio per la Didattica o la Storia della Fisica". Questo premio inizialmente è stato assegnato per argomenti trattati nell'ambito della Didattica della Fisica. Comunque a partire dal 1990 si sono avuti anche i premi in Storia della Fisica. Il primo premio in questo settore è stato assegnato nel 1990 a Roberto VERGARA CAFFARELLI (Università di Pisa), successivamente sono stati premiati negli anni:

- 1992 Vincenzo GRECO (Università di Firenze);
- 1994 Guido TAGLIAFERRI (Università di Milano);
- 1995 sia per la Storia della Fisica sia per la Didattica Franco Achille LEVI (Università di Perugia);
- 1996 Alberto MASANI (Università di Torino);
- 1997 Alberto GIGLI BERZOLARI (Università di Pavia);
- 2000 Erasmo RECAMI (Università di Bergamo);
- 2005 Elio SINDONI (Università di Milano);
- 2008 Francesco GUERRA (Università di Roma La Sapienza) e Nadia ROBOTTI (Università di Genova);
- 2011 Giulia PANCHERI (Laboratori Nazionali INFN di Frascati) e Luisa BONOLIS (AIF);
- 2013 Massimo CAPACCIOLI (Università di Napoli);
- 2016 Miriam FOCACCIA (Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerca "Enrico Fermi", Roma);
- 2017 Fanny MARCON (Università di Padova), Giulio PERUZZI (Università di Padova) e Sofia TALAS (Università di Padova);
- 2018 Alessandro BETTINI (Università di Padova);
- 2020 Michele CAMEROTA (Università di Cagliari), Franco GIUDICE (Università di Bergamo) e Salvatore RICCIARDO (Università di Bergamo);
- 2022 Adele LA RANA (Università di Macerata) e Paolo ROSSI (Università di Pisa).

7. Conclusioni

La SIF si è sempre mostrata aperta alla Storia della Fisica, concedendo spazi e promovendo anche nuove iniziative. Naturalmente sta a noi il compito di dare il meglio secondo le nostre capacità e le nostre possibilità per stimolare un ulteriore sviluppo di questa situazione favorevole.

Come primo passo, potremmo, ad esempio, incrementare la nostra partecipazione al Congresso Nazionale della SIF, dove abbiamo una Sezione appositamente dedicata insieme alla componente della Didattica della Fisica.

È opportuno inoltre di ricordare che esiste, oltre ai *Quaderni di Storia della Fisica*, anche la Collana dei libri della SIF, in cui la Storia della Fisica è ampiamente rappresentata e ben accettata, e quindi potremmo puntare su questi due canali per dare lustro alla nostra disciplina e farci conoscere un po' meglio nella comunità dei Fisici, alla quale a pieno diritto apparteniamo.

Un commento finale. Da quanto abbiamo visto è soprattutto dai Presidenti della SIF che dipendono le fortune della Storia della Fisica. Speriamo che l'atteggiamento positivo nei nostri riguardi non solo continui come nel passato, ma si rafforzi sempre più, e questo, ovviamente, dipenderà anche da noi.

SISFA: *hic et nunc*

Lucio Fregonese,¹ Salvatore Esposito²

¹ Università degli Studi di Pavia, lucio.fregonese@unipv.it

² Università degli Studi di Napoli “Federico II”, salvatore.esposito@na.infn.it

Questo breve intervento serve essenzialmente per ricordare gli ultimi anni di cammino e per ringraziare le persone che hanno contribuito a rinforzare la SISFA lavorando fortemente per far ripartire la Società e per aprire nuove direzioni di attività. Nel primo mandato di Fregonese presidente, le persone che componevano il Consiglio Direttivo sono state: Paolo Brenni, che è sempre stato di grande aiuto e di grande equilibrio anche nei momenti difficili di cambiamento e di scelte nuove, Fabrizio Bonoli, Salvatore Esposito, Leonardo Gariboldi, Massimo Mazzoni e Pasquale Tucci. Nel secondo mandato di Fregonese presidente il CD era invece composto da Paolo Brenni, Fabrizio Bonoli, Danilo Capecchi, Roberto Mantovani, Angelo Pagano e Pasquale Tucci. Si è partiti cercando di dare un indirizzo alla Società, in modo che riprendesse le eredità ed i risultati importanti che si erano ottenuti. Da segnalare, in particolare, il congresso del 2013 di Acireale-Catania-Siracusa, che è stato molto impegnativo: siamo partiti con un sito web completamente da costruire, realizzato grazie a un fortissimo impegno di Angelo Pagano, che dobbiamo ringraziare. Esso è stato certamente un congresso molto ricco, con sessioni ad Acireale, Catania e Siracusa, frutto anche dello sforzo fatto per allargare l’orizzonte scientifico e le collaborazioni della SISFA con altri enti. Un’importante sezione di questo congresso è stata dedicata alle collezioni scientifiche del Sud Italia, nelle scuole e nei laboratori: questo ha mostrato come la SISFA potesse essere un attrattore importante per il recupero e la valorizzazione del patrimonio storico-scientifico nei territori.

Il congresso del 2014, ospitato dal Museo Galileo di Firenze, ha visto, tra le varie iniziative, un workshop sul restauro della strumentazione scientifica organizzato da Paolo Brenni e Anna Giatti alla Fondazione Scienza e Tecnica di Firenze.

Nel 2015 si celebravano l’anno internazionale della luce e il centenario della Prima guerra mondiale ed entrambe le ricorrenze hanno trovato spazio al congresso di Arezzo, organizzato al Museo dei Mezzi di Comunicazione (MUMEC). Per quanto riguarda la luce è stato riproposto ed eseguito, anche con apporti del Dipartimento di Fisica dell’Università di Pavia, l’esperimento storico con cui Foucault riuscì a misurare la velocità della luce su distanze di pochi metri in connessione con i dibattiti coevi sulla natura ondulatoria o corpuscolare della luce. Con questo esperimento la SISFA è stata poi presente ai festival della scienza di Genova e di Foligno.

Nel 2016, il nostro congresso annuale si è tenuto a Napoli, con Salvatore Esposito *motore mobile* del congresso, secondo una espressione usata dall’allora Presidente SISFA. La sua organizzazione, infatti, richiese uno sforzo individuale non trascurabile, che fu portato avanti con un certo successo grazie anche al ruolo fondamentale svolto dal locale Dipartimento di Fisica dell’Università di Napoli “Federico II”, dalla Sezione di Napoli dell’INFN e dall’INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte. Per la valorizzazione del patrimonio storico-scientifico e culturale del territorio cui si accennava sopra, furono coinvolte anche altre istituzioni locali, quali la Scuola Militare “Nunziatella” e la Biblioteca-Archivio dell’Ex-Ospedale Psichiatrico “Leonardo Bianchi”, sperimentando con successo la formula di un congresso delocalizzato su diverse sedi cittadine.

Nel 2017, con l’aiuto di Augusto Garuccio, il congresso si è spostato a Bari, dove abbiamo ricordato l’eredità di Franco Selleri e la storia del Dipartimento di Fisica dell’ateneo barese,

continuando la ormai consolidata tradizione di insistere sulle storie e il patrimonio scientifico locali per favorirne il recupero e la valorizzazione. Il congresso di Bari è stato importante anche perché è stata organizzata una tavola rotonda con diversi enti: la SIF, l'AIF, la SAIt, il CUN, l'UMI, per affrontare problemi che sono variamente emersi negli interventi, ovvero il rapporto con le altre istituzioni, nonché il problema della collocazione accademica della storia della fisica e dell'astronomia e le prospettive della didattica e della formazione degli insegnanti.

Il congresso del 2018, svoltosi tra Messina e Reggio Calabria, ha ancora beneficiato di un forte impulso fornito da Angelo Pagano. Sono state affrontate le importanti ricorrenze della scomparsa di Ettore Majorana, della nascita di Angelo Secchi e della promulgazione delle leggi razziali in Italia.

Una nuova tavola rotonda tra enti con interessi affini alla SISFA si è tenuta anche al congresso del 2019, ospitato dal Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa, sebbene con una presenza altalenante dei partecipanti, in quanto abbiamo avuto l'AIF, ma non la SIF. Questi tentativi di apertura sono stati in ogni caso importanti, ponendo ad esempio le premesse per i progetti che hanno poi condotto alla pubblicazione di volumi nelle collane della SIF.

Importante la scelta, fatta fin dall'inizio e poi mantenuta, di pubblicare gli atti dei congressi in modalità open access per dare visibilità e libera diffusione ai contributi. In passato si preferiva, anche per esigenze locali, procedere con la pubblicazione cartacea attraverso editori locali che non sempre garantivano la concessione dei diritti di riutilizzo dei testi. Il potenziamento del sito web si è affiancato come azione mirata per dare in generale visibilità e diffusione alle attività della SISFA.

Nel 2017 c'è stata l'istituzione del premio SISFA, con la collaborazione del CD. Destinato inizialmente al migliore articolo di ricerca, il premio riconosce ora la migliore tesi di laurea, esercitando così un ruolo di stimolo per lo studio universitario della storia della fisica e dell'astronomia.

Sono stati avviati anche i workshop SISFA, a partire da quello organizzato nel 2018 a Roma con il contributo attivo di Danilo Capecci, in cui c'è stato, tra le varie iniziative, anche un nuovo tentativo di avvicinare il CUN e affrontare i moltissimi problemi aperti e di far arrivare a livello istituzionale le istanze delle nostre discipline. Proprio in quel contesto, Gianni Fiorentini ha illustrato varie incongruenze dell'ordinamento universitario, in particolare dell'intricato sistema di classi di concorso e di settori scientifico disciplinari che, per quanto riguarda le nostre discipline, conduce di fatto a commissioni di abilitazione e di concorso non pienamente in grado di giudicare il valore dei lavori sottoposti. Nel 2018 è stata inviata una lettera ufficiale al CUN in cui si perorava la causa delle nostre materie, insistendo sul loro valore culturale e metodologico e sull'opportunità di inserirle stabilmente nei corsi di laurea e nei percorsi di formazione per l'insegnamento nella scuola.

Negli ultimi tre anni è stato possibile svolgere una serie di iniziative grazie anche alla raggiunta stabilità economica della Società, che è attualmente in attivo, dovuta proprio all'operato dei precedenti Consigli Direttivi. Il premio SISFA si è maggiormente consolidato in questi ultimi anni, e si è stabilizzata anche la situazione della pubblicazione degli atti dei nostri congressi, soprattutto grazie alla razionalizzazione del processo che porta alla realizzazione degli stessi.

Inoltre, è importante sottolineare l'apertura della SISFA verso l'esterno: grazie alla solidità interna, non solo finanziaria, della Società, è stato possibile aprirsi ad altre società. C'è stata in primo luogo l'associazione istituzionale alla ESHS, European Society for the History of Science: su *Centaurus*, loro organo ufficiale, è ormai comparso un articolo in inglese sulla storia dei nostri primi quarant'anni. Inoltre, abbiamo formalizzato anche una convenzione con la SISS, Società Italiana di Storia della Scienza, e, da poco, abbiamo messo in cantiere la collaborazione con la SIF per un numero speciale annuale dei *Quaderni di Storia della Fisica*, che servirà per far rinascere e intensificare i rapporti tra SISFA e SIF.

Abbiamo lavorato, però, anche su altri fronti: prima si ricordavano i contatti con l'AIF e, contestualmente, con il gruppo parallelo al nostro di didattica della fisica a livello nazionale. Negli

ultimi tre anni abbiamo organizzato due workshop in collaborazione con i colleghi didattici, che si sono rivelate certamente delle belle esperienze. Attualmente stiamo cercando di consolidare ulteriormente questi rapporti, per andare anche oltre l'organizzazione di semplici workshop, con l'obiettivo di creare legami sempre più durevoli e proficui per entrambe le parti coinvolte.

Un'altra iniziativa che rientra nell'apertura verso l'esterno è quella verso il mondo dei *social networks*: la SISFA ha ora un proprio canale YouTube, sul quale pubblichiamo gli interventi dei congressi e dei workshop, e anche un canale Facebook. Inoltre, nel 2020 siamo ripartiti con la newsletter *Echos*, con 4 numeri annuali.

L'intento del CD in tutte queste iniziative è quello di coinvolgere i soci: noi siamo una piccola società (con circa 100 soci), quindi il loro coinvolgimento è fondamentale! La newsletter, ad esempio, si realizza grazie al supporto fattivo di tre soci: Oronzo Mauro, Angelo Pagano e Valeria Zanini. I seminari mensili, iniziati quest'anno, sono realizzati grazie al lavoro di Adele Naddeo e Azzurra Auteri. I workshop speciali – tra cui questo sui nostri primi 40 anni e quello internazionale fatto all'inizio dell'anno 2021, che ci ha dato visibilità mondiale – sono stati realizzati grazie al contributo di altri soci.

Ognuno, dunque, è chiamato a fare la sua parte, in modo da riuscire ad ottenere risultati sempre più ambiziosi per la SISFA!

APPENDICE

40 anni di Storia della Fisica e dell'Astronomia in Italia

Workshop promosso ed organizzato dalla
SISFA - Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia

a cura di *F. Bevilacqua, S. Esposito, I. Gambaro e P. Tucci*

online: <https://meet.google.com/ano-hvgf-dcg>

Mercoledì 15 dicembre 2021

- 15h00 Introduzione ai lavori
S. Esposito
- 15h05 I fisici e gli storici della Fisica
P. Tucci
- 15h35 Storia della Fisica e Storia della Scienza in Italia e all'estero
F. Bevilacqua
- 16h05 I problemi della Storia dell'Astronomia e i rapporti istituzionali con SAI e INAF
I. Chinnici
- 16h35 Museologia e strumentazione: i rapporti con gli storici della Fisica e della Scienza
P. Brenni
- 17h05 Storia della Fisica e Filosofia
E. Giannetto
- 17h25 Fondamenti e storia della Fisica
A. Drago
- 17h45 Evoluzione dei raggruppamenti concorsuali
P. Rossi
- 18h05 Interventi liberi - Discussione
- 19h00 Termine dei lavori della giornata

Giovedì 16 dicembre 2021

- 15h00 Pubblicazioni scientifiche in Storia della Fisica
G. Battimelli
- 15h30 Fondamenti della Fisica e Storia della Scienza: i rapporti con gli storici della Fisica
A. Garuccio
- 16h00 L'esperienza di uno storico della Fisica in ambito internazionale
R. Lalli
- 16h30 Storia della Fisica e formazione degli insegnanti
I. Gambaro, L. Fregonese
- 17h00 Science wars e Storia della Fisica
G. Ienna
- 17h20 SIF e Storia della Fisica
N. Robotti
- 17h40 SISFA: *hic et nunc*
L. Fregonese, S. Esposito
- 18h00 Interventi liberi - Discussione
- 18h50 Conclusioni
S. Esposito
- 19h00 Termine dei lavori

Il ricco calendario di iniziative organizzate dalla SISFA, svoltesi nel corso del 2021, per festeggiare i primi quarant'anni di attività della comunità degli storici italiani della Fisica e dell'Astronomia si concluse con un Workshop di cui qui presentiamo gli Atti. Infatti la nostra comunità nel 1981 intraprese il comune cammino che condusse alla fondazione dell'attuale Società nel 1999. Già nel corso del nostro XLI Congresso nazionale, tenutosi ad Arezzo nel settembre 2021, una speciale sessione ricordò l'importante anniversario. In quella sede si decise di organizzare un Workshop il 15 e il 16 dicembre 2021 per discutere e ragionare più a fondo su quanto avvenuto nei trascorsi quarant'anni. L'organizzazione fu affidata ai soci Fabio Bevilacqua, Ivana Gambaro, Pasquale Tucci e al Presidente Salvatore Esposito. In queste pagine sono raccolti gli Atti delle due giornate.

The rich calendar of initiatives organized by SISFA throughout 2021 to celebrate the first forty years of activity of the Italian community of Historians of Physics and Astronomy concluded with a Workshop, the Proceedings of which are presented here. In 1981, our community embarked on the common path that led to the foundation of the current Society in 1999. Already during our XLI National Congress held in Arezzo in September 2021, a special session commemorated the important anniversary. In that context, it was decided to organize a Workshop on December 15 and 16, 2021, to discuss and reflect more deeply on what happened in the past forty years. The organization was entrusted to members Fabio Bevilacqua, Ivana Gambaro, Pasquale Tucci and President Salvatore Esposito. The Proceedings of the two days are collected in these pages.

Ivana Gambaro è Professore Associato abilitato di Didattica e Storia della Fisica e Vice Presidente della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia (SISFA). I suoi interessi di ricerca sono orientati alla storia della fisica e dell'astronomia del XVII e XX secolo, alla pubblicistica scientifica italiana dell'Ottocento, alla filosofia della scienza e alla formazione dei docenti di area scientifica e filosofica.

Salvatore Esposito è Professore Associato di Storia della Fisica all'Università di Napoli Federico II e Presidente della Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia (SISFA). Considerato uno degli esperti mondiali sull'opera edita e inedita di Ettore Majorana, ha poi focalizzato i suoi studi anche su protagonisti della storia della fisica contemporanea e della fisica del XVIII e XIX secolo.

ISBN 978-88-6887-223-6

DOI 10.6093/978-88-6887-223-6

ISBN 978-88-6887-223-6



9 788868 872236