

GALILEO FERRARIS E LO SVILUPPO DELLA CULTURA POLITECNICA IN ITALIA A FINE '800 TRA TECNOLOGIA E FISICA MATEMATICA

Galileo Ferraris, nato a Livorno Verellese (ora Livorno Ferraris) nel 1847 e morto a Torino nel 1897, si laureò in Ingegneria Civile a Torino alla fine del 1869. Nella tesi *Sulle trasmissioni telodinamiche di Hirn*[\[695\]](#) discusse il tentativo di trasmissione a distanza dell'energia meccanica mediante fili e carrucole messo in atto dall'ingegnere alsaziano citato da T. Kuhn come uno degli autori della scoperta simultanea del principio di conservazione dell'energia[\[696\]](#). Si rivela qui già la forte motivazione civile dell'opera di Ferraris che, sebbene noncurante dei vantaggi economici personali ricavabili dal proprio lavoro tecnico che lasciava invece aperto al pubblico utilizzo, era comunque preoccupato del benessere collettivo che potesse praticamente derivarne. In particolare egli preconizzò la possibilità di trasmettere l'energia idraulica dei torrenti pedemontani attraverso congegni simili a quelli ipotizzati da Hirn, per risolvere il problema del fabbisogno energetico in rapporto alla situazione effettiva del proprio paese, ricco di corsi d'acqua e povero di carbone. Ferraris si inserisce in effetti in pieno nella generazione immediatamente successiva a quella che era stata, sia pure in una piccola minoranza, protagonista diretta delle maggiori vicende del nostro Risorgimento, e che, ereditandone lo spirito pubblico e l'impegno civile, lo indirizzava ora a compiti di costruzione economica e sociale del paese. Il legame con la generazione risorgimentale, che aveva unito un amor di patria spesso, ma non sempre (si pensi alle cinque giornate di Milano, a Brescia, a Venezia, a Roma), circoscritto ad elite sociali ed intellettuali, con un'apertura internazionale spesso legata alla stessa esperienza dell'esilio, è poi concretamente rappresentato dal fatto che fu suo maestro e guida nella ricerca nel campo dell'elettrodinamica e dell'elettrotecnica Giovanni Codazza[\[697\]](#), a sua volta allievo anche di Ottaviano Fabrizio Mossotti, che tra i primi in Italia aveva impostato tali studi sul modello europeo, nel senso di un'accentuata matematizzazione ed un impegno teorico che poi caratterizzeranno sempre la produzione del Ferraris, perfino nei suoi aspetti più applicativi.

Altro aspetto storico-culturale rilevante dell'opera del Ferraris è la varietà degli interessi scientifici, nel senso di una capacità di approfondimento specialistico, con contributi originali, di settori scientifico-tecnologici diversi, cosa che era resa possibile dalla relativa maggiore dominabilità dei campi rispetto agli sviluppi successivi. Mi riferisco in particolare ai suoi contributi diversi da quelli relativi ai problemi della produzione e trasmissione dell'energia, in particolare dell'energia elettrica, e più in particolare ai trasformatori e ai motori elettrici, cui è soprattutto consegnata la sua fama. Si tratta dei suoi studi sulla teoria di Gauss sui sistemi di lenti, ridotta in forma geometrica e resa così accessibile ed immediatamente applicabile[\[698\]](#), tanto da prospettare facili miglie tecniche, relative alle dimensioni degli strumenti ottici e alla loro maneggevolezza ed affidabilità[\[699\]](#). Un altro campo della fisica di cui si occupò in modo competente, l'acustica, dimostrando sperimentalmente un principio di Helmholtz relativo all'indipendenza della tempera dei suoni dalle fasi dei suoni componenti[\[700\]](#), ci riconduce poi alla sua spiccata passione e competenza musicale, di profondo intenditore della musica del tempo, in particolare di quella wagneriana, cui lo inclinava anche una sua particolare sensibilità per la cultura non solo scientifica ma anche artistico-letteraria tedesca. La finezza culturale del Ferraris è peraltro testimoniata chiaramente dalla qualità della sua scrittura, caratterizzata da grande proprietà linguistica e ricchezza di riferimenti, oltre che da precisione e rigore scientifico.

Detto questo, non c'è dubbio che il contributo maggiore di Ferraris è nell'elettrodinamica e nelle sue applicazioni, in cui egli espresse e sviluppò originalmente le caratteristiche della cultura scientifica e tecnologica italiana del suo tempo. In particolare, non c'è dubbio che Ferraris risentì e sviluppò l'egemonia culturale dei fisici matematici nella formazione della cultura politecnica italiana nel secondo '800. E' noto che i padri fondatori e i primi direttori dei politecnici italiani dopo l'Unità

furono grandi matematici e fisici matematici, Brioschi, Cremona, Dini, ecc.[701], secondo un processo analogo a quanto era già peraltro avvenuto in Francia, dove la prima Scuola Politecnica era sorta intorno alle figure di L'Argange, Laplace, Poisson, L. Carnot, ecc. E l'influenza di J. L. Lagrange, torinese[702], si fece sentire soprattutto nella formazione del primo Politecnico italiano dopo l'Unità, quello di Torino presso il quale, come si è detto, si addottorò il Ferraris. Il primo triennio di corso era letteralmente mutuato dalla Facoltà di Scienze dell'Università, dove appunto dominava la tradizione lagrangiana, che era peraltro presente anche nella componente più applicativa, legata alla tradizione militare, il cui massimo esponente fu il generale e ministro Luigi Menabrea[703]. La tecnologia era rigorosamente sotto il controllo della fisica matematica, attingendo a rigorose considerazioni di principio e sviluppando metodi formali della più avanzata scienza fisico-matematica. Così Ferraris precisò per primo il funzionamento del trasformatore statico mostrando che quello escogitato da Gaulard e Gibbs non poteva trarre, come essi pensavano, energia dal nulla, ma a rigore aumentava solo, rispettando il principio di conservazione dell'energia, l'efficienza della trasmissione di correnti alternate[704]. Così l'altro grande contributo di Ferraris, il motore asincrono, nasceva da una ben precisa e sofisticata analogia fisico-matematica, sull'onda della teoria elettromagnetica di Maxwell, tra il fenomeno della polarizzazione rotatoria della luce ottenuta con due polarizzazioni piane opportunamente sfasate e il campo magnetico rotante dovuto a differenze di fase opportune tra due campi perpendicolari di ugual frequenza, in modo da trasformare spontaneamente l'elettricità in forza motrice, in un nuovo motore elettrico a corrente alternata più efficiente di quelli tradizionali[705].

A tale proposito, è significativo che Ferraris non colse, aldilà della trattazione teorica e della messa a punto del dispositivo, le sue grandi potenzialità applicative e, pur avendo avuto l'idea, immaginò come sole applicazioni significative quelle di contatori per la misura del consumo dell'energia elettrica, mentre l'assai più pratico inventore croato-americano N. Tesla, con alle spalle la grande impresa elettrica americana Westinghouse, subito le colse, pur avendo avuto dopo l'idea, e forse solo dopo essere venuto a sapere dei lavori del Ferraris[706]. In un certo senso il rigoroso studio teorico, matematico faceva aggio sulla destrezza applicativa, anche se il merito di Ferraris fu, a differenza che nel caso di A. Pacinotti di qualche anno prima, scavalcato dal Gramme nel riconoscimento dell'invenzione della dinamo[707], riconosciuto subito, sia nel corso dell'Esposizione Internazionale di Elettrotecnica di Francoforte del 1891 sia da parte della stessa Westinghouse, che offrì una cospicua somma in denaro al Ferraris per acquistare i diritti d'invenzione. Significativamente, questi rispose che metteva a disposizione di tutti, senza tenerle mai segrete, le sue ricerche, accettando solo un dono simbolico in cambio della cessione dei diritti[708]. E' stato giustamente notato che mancava a Ferraris lo stimolo economico imprenditoriale che sarà poi proprio di un Marconi, essendo in lui prevalente l'interesse scientifico[709], che peraltro non escludeva affatto il riconoscimento del valore delle applicazioni, e l'importanza dei vincoli e delle possibilità tecniche nello stesso sviluppo delle teorie fisiche più astratte. E' ad esempio significativo che egli, perfino più nettamente dello stesso Hertz, assumesse come più adeguata una rappresentazione di tipo energetico e continuo, di azione di contatto, dei fenomeni del campo elettromagnetico rispetto ad una in termini di azione a distanza, aldilà della almeno parziale loro equivalenza sperimentale, grazie ad un condizionamento che la tecnologia opererebbe in tal senso su di noi, in un certo senso inducendoci, per così dire, ad ontologizzare il modello fisico del campo[710].

Va comunque detto che, in un certo senso, nel contesto industriale arretrato italiano, dove la sostanziale assenza di uno stato fornito di scarse risorse finanziarie era solo parzialmente compensata dall'iniziativa di pochi lungimiranti imprenditori come C. Erba ed E. Cantoni che a Milano contribuirono direttamente a finanziare gli studi di ingegneria, l'apporto di Ferraris più decisivo sul lungo periodo fu la creazione di una scuola di elettrotecnica presso il R. Museo industriale di Torino dove egli insegnava già fisica tecnica. I suoi corsi dal 1888 furono resi addirittura mutuabili al terzo anno dagli studenti del Politecnico del Corso di Ingegneria Industriale, che potevano così ora scegliere, a differenza che nel passato, tra elettrotecnica e chimica tecnologica. Con finanziamenti

pubblici ridotti, nel quadro, per la precisione, del precedente finanziamento ordinario, Ferraris fece miracoli anche attraverso uno sviluppo innovativo dei metodi di insegnamento[711]. Sviluppò il calcolo vettoriale introdotto già dall'allievo di Maxwell O. Heaviside[712] nello studio delle grandezze elettriche sinusoidali, con risultati di grande potenza e semplicità, potendo affrontare problemi complicati con un formalismo semplice e astratto, tanto da renderli facilmente e rapidamente accessibili senza eccessive complessità matematiche. Si tratta comunque anche in questo caso del portato di una tradizione fisico-matematica di grande rigore, tanto che si può considerare la Teoria geometrica dei campi vettoriali da lui dettata per gli studenti del Museo e uscita postuma[713] una magistrale esposizione dei fondamenti del calcolo e dell'analisi vettoriale nell'ottica che sarà poi propria della scuola del Peano[714]. Ciò conferma dunque, se ce ne fosse bisogno, il profondo legame del Ferraris con la tradizione del suo ambiente culturale e scientifico nell'affrontare i nuovi compiti della formazione tecnologica, nello spirito appunto rigoroso ed astratto della tradizione fisico-matematica torinese. Di questa egli evidenziava infatti le capacità di formazione scientifica innovativa anche nei confronti di nuovi campi di studio come l'elettrotecnica, in vista dello stesso sviluppo industriale, fornendo ad essa appunto una base di trattazione di grande semplicità, essenzialità e maneggevolezza. Si esprimeva così anche nell'eccezionale impegno didattico lo spirito pubblico di servizio che sempre caratterizzò nel senso migliore della tradizione postrisorgimentale l'opera di Galileo Ferraris.

[695] Cfr. G. Ferraris, *Opere*, Milano, Hoepli, 1902-4, vol. III, pp. 1-72.

[696] Cfr. T. S. Kuhn, *Energy Conservation as an Example of Simultaneous Discovery*, in H. Guerlac (ed.), *Critical Problems in the History of Science*, Madison, The University of Wisconsin Press, 1959, p. 31.

[697] Cfr. R. Ferola, Codazza, Giovanni, in *Dizionario Biografico degli Italiani*, 26, Roma 1982, pp. 568-70.

[698] Cfr. G. Ferraris, *Le proprietà cardinali degli strumenti diottrici*, in *Opere cit.*, vol. III, pp. 73-262.

[699] Cfr. G. Ferraris, *Sui cannocchiali con obiettivo composto di più lenti a distanza*, *ibidem*, pp. 263-87.

[700] Cfr. G. Ferraris, *Di una dimostrazione del principio di Helmholtz sulla tempera dei suoni...*, in *Opere cit.*, vol I, pp. 81-90.

[701] Cfr. R. Maiocchi, *Il ruolo delle scienze nello sviluppo industriale italiano*, in AA. VV., *Storia d' Italia*, Annali 3, *Scienza e tecnica*, Einaudi, Torino, 1980, pp. 863-999.

[702] Cfr. J. Itard, *Lagrange, Joseph Louis*, in *Dictionary of Scientific Biography*, VII, N. York, Scribner's Sons, pp. 559-73.

[703] Cfr. B. A. Boley, *Menabrea, Luigi Federico*, *ibidem*, IX, pp. 267 s.

[704] Cfr. G. Ferraris, *Ricerche teoriche e sperimentali sul generatore secondario di Gaulard e Gibbs*, in *Opere cit.*, vol. I, pp. 163-254.

[705] Cfr. G. Ferraris, *Rotazioni elettrodinamiche prodotte per mezzo delle correnti alternate*, *ibidem*, pp. 336-48.

[706];Cfr. L. Firpo, *Galileo Ferraris*, in *Gente di Piemonte*, Milano, Mursia, 1983, p. 236.

[707] G. Ferraris stesso ricorda l' episodio in Sulla illuminazione elettrica, Conferenza terza, in Opere cit., vol. II, pp. 60 s.

[708] Cfr. L. Firpo, op. cit., pp. 236 ss.

[709] Cfr. G. Giuliani, Il Nuovo Cimento, Novant' anni di fisica in Italia 1855-1944, Pavia, La Goliardica Pavese, 1966, pp. 15-8.

[710] Ibidem, pp. 47-54.

[711] Cfr. A. Ferraresi, Nuove industrie, nuove discipline, nuovi laboratori: la Scuola superiore di elettrotecnica di Torino (1886-1914), in AA. VV., Innovazione e modernizzazione in Italia fra Otto e Novecento, Milano, Franco Angeli, pp. 376-494.

[712] Cfr. C. Suesskind, Heaviside Oliver, in Dictionary of Scientific Biography cit., VI, 211 s.

[713] Cfr. G. Ferraris, Opere cit., vol. I, pp. 389-492.

[714] Cfr. F. Fava, Il contributo dell' Accademia allo sviluppo della Geometria, in AA. VV., I due primi secoli della Accademia delle scienze di Torino, Torino 1985, pp. 58 ss.