

LA FISICA NELL'ETÀ DEI LORENA

Franco Bassani

1. Introduzione

Il periodo storico del Granducato Lorenese in Toscana coincide con quella che in Europa è l'età dello sviluppo e della definitiva affermazione della Fisica come cardine e paradigma di tutta la Scienza moderna.

La Fisica era nata nel secolo precedente con il nuovo metodo e lo studio del moto dei corpi di Galileo Galilei (1564-1642), con la rappresentazione matematica della geometria e della natura di Cartesio (René Descartes, 1596-1650), con i principi dell'ottica di Christian Huygens (1629-1695) e con i principi della dinamica e la legge di gravitazione universale di Isaac Newton (1624-1727)¹. Ma è nel secolo seguente che con la Meccanica essa raggiunge la sua piena maturità, sia per l'opera monumentale di Leonardo Eulero (1707-1783), sia grazie alle sintesi fisico-matematiche di Joseph Louis Lagrange (1736-1813) e al meccanicismo assolutistico di Pierre Simon Laplace (1749-1827), con la soluzione definitiva, tra l'altro, dei principali problemi di meccanica celeste. Tra la fine del Settecento e l'Ottocento trionfa anche l'ottica ondulatoria con la scoperta dell'interferenza della luce da parte di Thomas Young (1773-1829) e nasce e si sviluppa l'elettromagnetismo con Alessandro Volta (1745-1827), André Marie Ampère (1775-1836), Simeon-Denis Poisson (1781-1840), e Michael Faraday (1791-1867)².

Tra la seconda metà del Settecento e la prima metà dell'Ottocento, dall'applicazione del metodo scientifico al problema sempre presente e dibattuto della costituzione intima della materia e della trasformazione delle sostanze, nasce anche la Chimica moderna per opera di Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), di Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) e di Jean Baptiste Dumas (1800-1884), con la teoria della costituzione atomica delle sostanze, formulata da Stanislao Cannizzaro (1821-1910)³.

Il contributo dell'Università di Pisa a questo enorme fervore di pensiero in tutta Europa deve essere considerato sostanzialmente marginale e relativamente modesto. La Toscana, e l'Italia in generale, avevano oramai perduto alla fine del Seicento, dopo lo scioglimento dell'Accademia del Cimento (1667), quel primato scientifico di cui avevano goduto con Galileo e la sua Scuola, e furono poi abbastanza estranee alle grandi vicende della Scienza europea. La ricerca dei motivi di una tale relativa decadenza è impresa vana anche se spesso tentata⁴. In primo luogo occorre liberarsi da ipotesi semplicistiche quali la persecuzione religiosa alla quale fu sottoposto Galileo. Lo scienziato pisano, lungi dall'essere emarginato dalla comunità scientifica per motivi religiosi, ebbe sempre grande influenza e fu in grado di aiu-

¹ P. ROSSI, *La nascita della Scienza moderna in Europa*, Bari, Laterza, 1997, e l'ampia bibliografia ivi commentata, H. BUTTERFIELD, *The origins of modern Science*, New York, Mc Millan, 1965.

² Per una sintesi dello sviluppo della Fisica si vedano: L. MOTZ - J. H. WEAVER, *La storia della fisica*, con rev. di G. Dragoni, Bologna, Cappelli, 1991; T. S. KUHN, *The structure of scientific revolutions*, Chicago, Univ. of Chicago press, 1962; M.B. HESSE, *Forces and fields*, London, Nelson and sons, 1961; J.T. MERZ, *A History of the european thought in the nineteenth century*, 4 voll., Gloucester Mass, Peter Smith, 1976.

³ Per una sintesi sulle origini e gli sviluppi della Chimica si veda per esempio A.J. IHDE, *The development of modern Chemistry*, New York, Dover, 1964.

⁴ U. BALDINI, *La Scuola galileiana*, in *Storia d'Italia, Annali III, Scienza e tecnica nella cultura e nella società dal Rinascimento a oggi*, G. Micheli (a cura di), Torino, Einaudi, 1980, pp. 381-463; U. BALDINI, *L'attività scientifica del primo Settecento*, in *Storia d'Italia*, cit., pp. 467-529.

tare i suoi allievi ad ottenere gli insegnamenti universitari più prestigiosi. D'altro canto, non è possibile sostenere che vi fosse una mancanza di sostegno finanziario da parte delle istituzioni pubbliche, perché almeno in Toscana questo non mancò mai.

Il principale limite della Fisica della Scuola galileiana deve essere ricercato invece in una dialettica tutta interna alla Scienza e al suo metodo. Il metodo galileiano, nella dimostrazione delle leggi fisiche, privilegiava la geometria e vedeva nella natura una «geometria realizzata», secondo una visione condivisa da Cartesio. Gli allievi di Galileo e i loro seguaci del Settecento, ai quali difettava il genio del maestro, anche quando vennero a conoscenza degli sviluppi matematici contenuti nelle ricerche di Newton e di G. W. Leibniz (1646-1716), ne sottovalutarono la rilevanza per la comprensione dei fenomeni fisici. Con ogni probabilità, la perdita del primato scientifico è proprio dovuta alla scarsa comprensione dell'importanza che aveva assunto il Calcolo matematico e del valore che aveva acquisito la formulazione matematica delle leggi fisiche ai fini della spiegazione dei fenomeni naturali, pur nella loro approssimativa definizione sperimentale. Per questo, di fronte alla difficoltà di trovare spiegazioni che avessero la necessaria purezza geometrica, ci si limitava spesso all'analisi dei fatti sperimentali, con frequenti ricadute nell'aristotelismo. Basti pensare al celebre libro di Francesco Algarotti (1712-1764) *Il Newtonianesimo per le dame, ovvero dialoghi sopra la luce e i colori*, pubblicato a Napoli nel 1737. Editto più volte, tradotto in inglese e in francese e molto popolare nel Settecento, contiene discorsi generici e divulgativi che furono giustamente giudicati da Voltaire piuttosto superficiali⁵.

Questo dualismo tra la rappresentazione di un mondo fisico a immagine matematica, quasi necessario perché insito nella logica stessa, e il mondo dell'esperienza con le sue varietà di fenomeni, permane nella tradizione pisana attraverso i secoli, e giunge forse ai giorni nostri. Esso conduce a una separazione abbastanza netta tra un empirismo in campo fisico-sperimentale e un astrattismo eccessivo della Fisica teorica, spesso accostabile più alla Matematica pura che alla Scienza della natura.

Detto questo, non si può disconoscere che rilevanti contributi furono tuttavia ottenuti in entrambi gli aspetti della conoscenza. Basti ricordare il famoso esperimento di Averani (1662-1738) e Targioni, che mostrava la combustione del diamante ottenuta con lenti che concentravano la luce del sole. Tale esperimento servì da modello a Lavoisier nel formulare la legge di conservazione delle masse nelle reazioni chimiche e fu poi ripetuto, con la stessa lente, da Humphrey Davy in visita a Firenze nel 1814, con il già famoso suo allievo Michele Faraday⁶. E per gli aspetti più tipicamente astratti basti ricordare gli studi matematici di padre Guido Grandi (1671-1742) e gli studi di Meccanica di padre Claudio Fromond, di cui si dirà più avanti.

Nel seguito si cercherà di esporre sinteticamente la storia della Fisica all'Università di Pisa fino al 1860, tenendo presenti le due correnti di pensiero, quella sperimentale e quella teorico-matematica, e cercando di ricostruirne i cammini. La prima ha nella figura di Carlo Matteucci il suo esponente di maggior rilievo, e nella scoperta dell'anello di Pacinotti e nella nascita dell'Elettrofisiologia i successi più evidenti. La seconda, con Fabrizio Ottaviano Mossotti quale personalità di chiara fama, è all'origine della rinascita della Matematica italiana. Si parlerà anche della Scuola di Chimica di Pisa, che nel primo periodo lorenese si sviluppa faticosamente, per poi acquistare rinomanza mondiale con Raffaele Piria e i suoi allievi, tra cui il grande Stanislao Cannizzaro.

L'esposizione verrà suddivisa in due parti: la prima sul Settecento e l'inizio del nuovo secolo, con le sue vicende e trasformazioni istituzionali; la seconda fra il primo Congresso degli Scienziati italiani a Pisa (1839) e la fine del periodo lorenese. È proprio quest'ultimo periodo a segnare la rinascita della Fisica e delle Scienze naturali in genere all'Università di Pisa.

⁵ Cfr. la voce *ad personam* del *Dizionario biografico degli italiani*, a cura di E. Bonora. Algarotti, spirito eclettico tipicamente settecentesco per i suoi interessi multiformi, viaggiò molto in Francia, Inghilterra e Germania, e fu amico di Federico II di Prussia, che gli fece costruire, alla sua morte a Pisa, dove si era recato per curare la delicata salute, uno splendido sepolcro nel Camposanto Monumentale con la scritta: «Algarotto, Ovidii aemulo Newtoni discipulo, Federicus Magnus 1764: Algarottus non omnis».

⁶ U. BARCARO - C. MACCAGNI, *Physics in Pisa*, Pisa, Ets, 1987. Vedere anche la voce *ad personam* del *Dizionario biografico degli italiani*, a cura di N. Carranza, G. Averani.

2. Il Settecento e il primo Ottocento

2.1. Matematica, Astronomia e Controllo delle Acque

Quando nel 1737, dopo la morte di Gastone de' Medici, Francesco Stefano di Lorena, marito di Maria Teresa, entrò in possesso del Granducato di Toscana, l'Università di Pisa era in una situazione di netta ripresa, dopo il lungo periodo di decadenza degli ultimi decenni del Seicento⁷. Anche gli studi di Matematica e di Fisica, allora incorporati con tutti gli altri di Scienze e Lettere sotto la denominazione onnicomprensiva di Filosofia e Medicina, stavano rinascendo, anche in virtù della chiamata alla cattedra di Matematica nel 1714 di padre Guido Grandi da Cremona, camaldolese e abate della chiesa di S. Michele in Borgo. Egli fu il primo in Italia ad apprezzare ed usare il calcolo infinitesimale introdotto da Leibniz, e fu tenuto in grande considerazione da Newton stesso. Insegnò Analisi e Idraulica in modo egregio; di lui è stato ampiamente scritto nel I volume di questa storia⁸.

Un suo allievo e conterraneo cremonese, Claudio Fromond (1703-1765), di famiglia francese, gli succedette alla cattedra di Matematica nel 1738. Nel 1748 la denominazione della cattedra passò da «Matematica» a «Fisica Sperimentale». Anche il Fromond era abate camaldolese, persona di grande ingegno e, come scrisse Micheli, «valentissimo quando, abbandonate ipotesi ardite, si dedicò alla sperimentazione»⁹. Anticipando quelle che poi saranno le grandi scoperte di Joseph Priestley (1733-1804)¹⁰ spiegò come si infiammano i corpi nel trattato: *Della fluidità dei corpi*, (Livorno 1754). Difese la teoria newtoniana della luce e del moto nel libro di testo *Examen in praecipua mechanicae principia*, (Pisa 1758). Interessante menzionare che padre Fromond fu il primo a porsi seriamente il problema della fisica delle funzioni vitali, attribuendo ad una forza fisica le contrazioni del cuore, concetto che gli servì per far conoscere le tecniche per riportare in vita gli annegati¹¹. Padre Fromond è menzionato anche nell'epistolario Tanucci¹² per la sua accesa polemica con il dottor Giovanni Gentili (medico della Sanità a Livorno), nella quale egli sosteneva la possibilità che gli olii che provenivano da regioni dove infuriava la peste propagassero il contagio. Non dimenticò di essere religioso e filosofo, e scrisse anche il libro *Nova et generalis introductio ad Philosophiam* (Venezia 1748).

Altri allievi di Grandi tennero le cattedre di Matematica e di Fisica dopo la metà del Settecento, nel periodo illuministico che precedette l'invasione francese del 1799. Il numero complessivo delle cattedre vere e proprie all'Università era considerevole (6 di Teologia, 9 di Diritto, di cui 2 per Lettori di Pandette e di Diritto feudale che leggevano solo il giovedì e i giorni festivi, 7 di Medicina e 13 di Filosofia). Tra le cattedre di Filosofia, oltre a quelle di Logica, Morale e così via, figuravano le Scienze della natura, rappresentate dalla cattedra di Filosofia e Fisica, che dopo il 1748 divenne Fisica sperimentale, da una cattedra di Chimica dopo il 1757, da una cattedra di Matematica, una di Aritmetica e Algebra, una di Geometria, una di Meccanica, e una di Astronomia dopo il 1739. Spesso i docenti passavano da una cattedra all'altra seguendo le loro inclinazioni, e vari passarono dalla Matematica alla Fisica seguendo l'esempio di Fromond; tra questi Ranieri Gerbi, che fu professore di Aritmetica e Algebra dal 1789 al 1797, e poi di Filosofia e Fisica fino al 1839.

Gli studenti dell'Università di Pisa non erano moltissimi. Dagli studi di Danilo Barsanti¹³, che

⁷ A. FABRONI, *Historia Academiae pisanae*, 3 voll., Pisis, Excudebat Caietanus Mugnainius, 1791-1795.

⁸ C. MACCAGNI, *La Matematica*, in *Storia dell'Università di Pisa*, 1* (1343-1737), Pisa, Pacini, 1993, pp. 339-362.

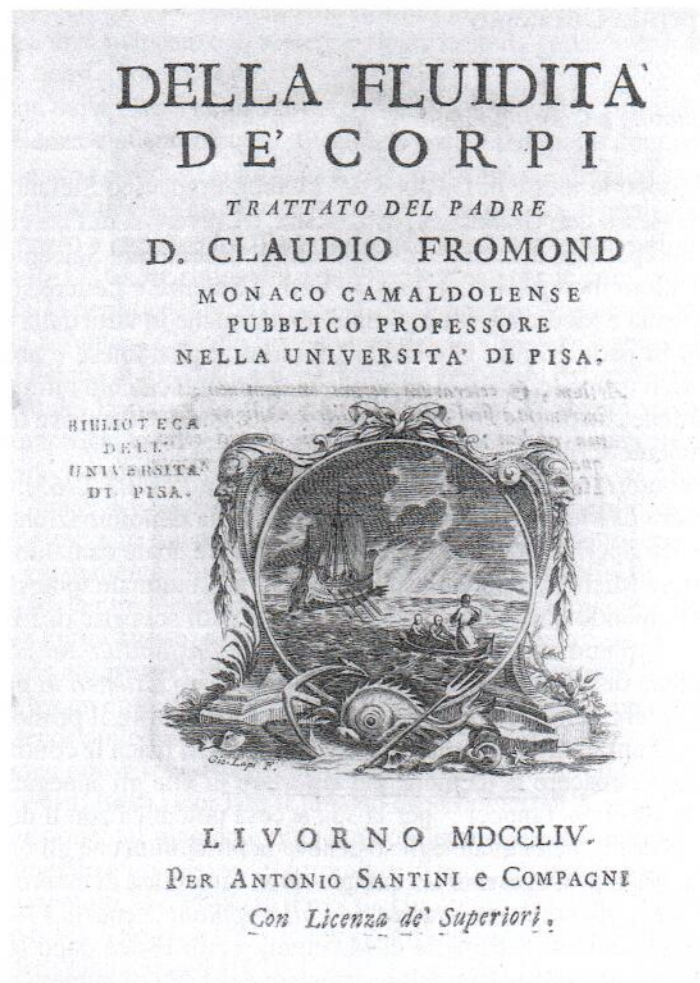
⁹ E. MICHELI, *Storia dell'Università di Pisa dal 1737 al 1859, in continuazione dell'altra di Angelo Fabroni*, I, dal 1737 al 1799, Pisa, Nistri, 1877, D. BARSANTI, *I docenti e le cattedre dell'Università di Pisa dal 1737 al 1799*, in «Bollettino storico pisano», LXII (1993), pp. 251-276.

¹⁰ Per una biografia di J. Priestly, lo scopritore dell'ossigeno, si veda J. GRILLAM, *The crucible*, London, Hale, 1954.

¹¹ Si veda FROMOND (GIOVANNI CLAUDIO) in *Biografia Universale*, Venezia, G.B. Missiaglia, 1825, e D.I. BIANCHI, *Elogio storico del P. Giovanni Claudio Fromond pubblico professore nella Università di Pisa*, Cremona, P.I. Mavini, 1781.

¹² B. TANUCCI, *Epistolario*, II (1746-1752) a cura di R. P. Coppini e R. Nieri, Roma, Ed. di Storia e Letteratura, 1980.

¹³ D. BARSANTI, *Lauree dell'Università di Pisa, 1737- 1861*, 4 voll., Pisa, Università di Pisa, 1997.



47. C. Fromond, *Della fluidità de' corpi*, 1754, Pisa, Bibl. Univ.

riportano gli elenchi di tutti i laureati dal 1737 al 1861, possiamo stimare che per tutto il Settecento ogni anno frequentassero l'Università circa trecento studenti, con un ottimo rapporto medio docente/studente. Le tradizionali lauree erano nelle tre discipline: Teologia, Iure, Filosofia e Medicina; esse venivano conferite agli studenti cattolici dal Vescovo. Nel corso del Settecento il numero dei laureati in Filosofia e Medicina per anno passa da un undicesimo del totale a circa un sesto (6 su 66 nel 1737 e 13 su 75 nel 1798). Tra questi quelli di Filosofia naturale (Matematica, Fisica, Chimica) erano, a giudicare dai nomi dei relatori, un'esigua minoranza ogni anno (1 nel 1737 e 5 nel 1798).

Desiderando anzitutto descrivere le ricerche in Fisica di quel periodo è necessario ricordare che, anche se la Matematica e l'Astronomia erano gli argomenti di base, la problematica del controllo delle acque e delle loro canalizzazioni era fondamentale e fu coltivata da tutti i fisici, da Guido Grandi in poi. Tale problematica non fu mai completamente abbandonata e venne ripresa anche da Mossotti nell'Ottocento con lo sviluppo della Fluidodinamica¹⁴. Se si vogliono segnalare le figure più rappre-

¹⁴ Si vedano a questo proposito: D. BARSANTI - L. ROMBAI, *Leonardo Ximenes, uno scienziato nella Toscana lorenese del Settecento*, Firenze, ed. Medicea, 1987; D. BARSANTI - L. ROMBAI, *La guerra delle acque in Toscana, Storia delle Bonifiche dai*

sentative in Astronomia e Idraulica, nella tradizione fisico-matematica, è doveroso soffermarsi sugli allievi di Grandi e Fromond, in particolare su tre astronomi-matematici: Perelli, Slop e Frisi. Pur accomunati nella stessa Scuola essi furono molto diversi nella loro impostazione metodologica e nelle problematiche scientifiche, nonché nel rilievo che ebbero nel loro tempo. Il più profondo e importante di loro fu certamente Paolo Frisi, che solo per pochi anni fu professore a Pisa. Con Ruggero G. Boscovich (1711-1787) egli è il più importante esponente dell'Illuminismo scientifico lombardo¹⁵; rilevante anche il suo contributo, sollecitato dall'imperatrice Maria Teresa, ai nuovi statuti dell'Università di Pavia e alla suddivisione dei compiti tra essa e le Scuole Palatine di Milano, inclusa la Scuola di Ingegneria, antesignana del Politecnico.

Conviene fornire qualche specifica notizia di ognuno di loro.

2.2. Tommaso Perelli (1704-1783)

Di nobile famiglia originaria di Calcinaia (castello del pisano), nacque a Montanina di Bibbiena (Arezzo) nel 1704 ed iniziò gli studi a Firenze presso i Gesuiti. Passò poi a Pisa, dove da principio frequentò le discipline giuridiche e poi, sotto influenza di padre Grandi, scelse lo studio della Matematica, dimostrando subito grande attitudine per l'Analisi algebrica e il Calcolo infinitesimale. Ancor giovanissimo, trovò la soluzione di alcuni problemi relativi al moto di un corpo soggetto a forze centrali, di quadrature di figure curvilinee e della divisione degli angoli in qualsiasi numero di parti uguali, tanto che padre Grandi gli permise di completare e riordinare il suo trattato sulle sezioni coniche e altre sue opere matematiche. Considerato dai suoi contemporanei al livello dei grandi matematici europei fu chiamato, con un eccesso laudatorio, «il secondo Leibniz»¹⁶.

Tenne la cattedra di Astronomia dal 1739, quando «per le osservazioni del cielo» fu iniziata la costruzione della Specola su una torre medioevale in via S. Maria, accanto all'edificio che oggi è sede della *Domus Galilaeana*. La sua figura è stata tratteggiata con cura in un articolo di Danilo Barsanti¹⁷; ed è necessariamente connessa alle vicende della Specola di Pisa, descritte in gran dettaglio da Mario Di Bono in un recente articolo¹⁸.

La finalità principale per cui la Specola venne costruita era quella di effettuare osservazioni continue del moto degli astri, dell'apparizione delle comete e di tutti gli eventi celesti; a tal fine essa venne dotata degli strumenti necessari, ed era all'avanguardia tecnologica dell'epoca. Tuttavia il Perelli, i cui interessi e la cui vocazione – come aveva ben compreso padre Grandi – erano puramente matematici, non era adatto a questo compito, e non si dimostrò in grado di utilizzare efficacemente gli strumenti di osservazione della volta celeste.

Egli era anche piuttosto negligente nel suo insegnamento, oggi si direbbe «assenteista», e per questo veniva spesso rimproverato dal provveditore e accusato di inguaribile pigrizia o, peggio ancora, di condotta disordinata e libertina. In realtà, Perelli era semplicemente uno spirito più teorico che pratico, e i compiti a lui affidati sarebbero stati troppo gravosi anche per uno sperimentatore più zelante e paziente: effettuare le misure astronomiche, tenere i registri, adempiere ai doveri dell'insegnamento appare

Medici alla Riforma Agraria, Firenze, ed. Medicea, 1986; D. BARSANTI, *Guido Grandi ingegnere idraulico*, in «Rivista di Storia dell'Agricoltura», XXVIII (1988), pp. 33-73; D. BARSANTI, *Il contributo di Grandi, Perelli e Ximenes alla bonifica della Toscana lorenese*, in «Rivista di Storia dell'Agricoltura», XXVIII (1988), pp. 72-85.

¹⁵ P. REDONDI, *Cultura e Scienza dall'Illuminismo al Positivismo*, in *Storia d'Italia*, cit., III, pp. 679-810. Si veda anche la voce *Boscovich R. G.*, a cura di P. Casini, in *Dizionario Biografico degli Italiani*.

¹⁶ A. FABRONI, *Elogio di Tommaso Perelli*, in «Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana», t. II (1784), pp. 1-25.

¹⁷ D. BARSANTI, *La figura e l'opera di Tommaso Perelli, matematico e professore di Astronomia all'Università di Pisa*, in «Bollettino storico pisano», LVII (1988), pp. 39-83.

¹⁸ M. DI BONO, *Un secolo di Astronomia a Pisa nelle vicende della specola (1735-1833)*, in «Bollettino storico pisano», LIX (1990), pp. 49-88.

impresa disperata per una sola persona e priva di assistenza. Ad ulteriore giustificazione dello scarso successo di Perelli come astronomo, occorre aggiungere che la visibilità non era buona, a causa dei vapori delle paludi vicine. Insomma, a Pisa «non era a suo luogo», come scrive il Frisi¹⁹

Al di fuori del campo astronomico, il Perelli si occupò tuttavia di moltissimi argomenti, forse troppi. I suoi lavori matematici vertono sulla continuazione di precedenti lavori di Grandi sulle sezioni coniche tra cui: *Soluzione di alcuni problemi geometrici*, (Firenze 1755). Per decenni, a partire dal 1740, si dedicò al problema del controllo delle acque, fondamentale per le necessità pratiche tra cui si dibattevano gli Stati italiani. La sua opera principale ha per titolo: *Sopra il regolamento delle acque delle tre province di Bologna, Ferrara e Romagna*, (Lucca 1764). È anche autore di un saggio: *Sopra il lago Trasimeno*, (Firenze 1771) e uno *Sopra la campagna pisana*, conservato in una raccolta di opere di autori italiani che trattano del moto dell'acqua (Bologna 1825).

Dopo il 1765 venne coadiuvato dallo Slop, che poi gli succedette nella cattedra, nelle lezioni e nelle osservazioni astronomiche. Egli ebbe così la possibilità di dedicarsi alla Matematica pura e ad ulteriori studi sul controllo delle acque. Contribuì alla bonifica di Pian del Lago nel senese, dove stagnavano le acque, con un canale di scolo realizzato per diretto intervento del granduca Pietro Leopoldo nel 1771. Scrisse anche un lavoro sull'inondazione di Firenze del 1759 e una relazione sulle acque stagnanti nella zona di Pisa per il «Magistrato dei Fossi». Molti dei suoi lavori non vennero mai pubblicati; tra questi i rapporti sulla situazione idrica del pisano, disponibili in forma di manoscritti, ma tutti accurati e utilissimi per i lavori che venivano suggeriti, tra i quali degno di nota particolare è il progetto per raddrizzare il corso dell'Arno tra Pisa e il mare, progetto che venne più tardi realizzato e arrecò grande beneficio alla città.

Un sintetico giudizio della sua opera deve tener conto del fatto che Perelli fu in primo luogo un notevole matematico, il principale allievo di Guido Grandi, e suo degno successore negli studi sul controllo delle acque e sulla bonifica. Fu utile anche alla propria comunità perché ebbe il merito di prospettare soluzioni idrauliche geniali e di comprendere, fra i primi, i pericoli del disboscamento. Forse le aspettative che di lui si avevano, a motivo dei suoi talenti naturali di matematico, furono effettivamente assai maggiori dei risultati concreti raggiunti, ma ciò è dovuto in parte ad aspetti del suo carattere e in parte alle condizioni esterne, non particolarmente favorevoli. Venne «giubilato con onore» (messo a riposo con lo stipendio) nel 1779, e morì ad Arezzo nel 1783.

2.3. Giuseppe Antonio Slop de Cadenberg (1740-1808)

Nacque a Cadine, presso Trento, il 31 ottobre 1740, e iniziò gli studi in quella città per avviarsi alla carriera ecclesiastica. La sua famiglia ebbe il titolo di Cadenberg nel 1760 e il giovane venne inviato a Pisa per studiare Teologia. Ben presto però i suoi interessi si volsero alla Matematica e all'Astronomia e, ancora giovanissimo, nel 1765 divenne aiuto del Perelli e in seguito fu suo successore alla cattedra di Astronomia nel 1783²⁰.

Contrariamente al Perelli, Slop fu un autentico astronomo e curò l'edizione dei volumi delle osservazioni astronomiche effettuate alla Specola di Pisa nel corso degli anni a partire dal 1765, *Observationes Siderum Habitae Pisis in Specula Academica*, in tutto sei volumi che giungono al 1790, (l'ultimo di tali volumi fu scritto in collaborazione con il figlio Francesco). Quest'opera gli valse la nomina a barone di Agnano da parte del granduca Leopoldo nel 1796. Pubblicò alcune memorie in tedesco riguardanti il

¹⁹ P. FRISI, *Elogio di Tommaso Perelli, una lettera indirizzata al Provveditore Angelo Fabbroni*, Pisa, 1784. Cfr. anche «Giornale dei letterati di Pisa», LIII (1784), pp. 1-42.

²⁰ Per notizie sulla sua vita e sulla sua opera si veda G.V. CALLEGARI, *Giuseppe Antonio Slop de Cadenberg, barone di Agnano*, in «Tridentum», X (1907), pp. 225-234, F. MENESTRINA, *L'astronomo Giuseppe Slop e la sua famiglia*, in «Studi trentini di Scienze storiche», I e II (1947), pp. 3-24 e 127-150.

nuovo pianeta Urano nell'*Astronomisches Jahrbuch*, e molti scritti sulle «Memorie di Matematica e Fisica della Società italiana delle Scienze» (nei tomi II, III, VI, VIII, X, XII e XIII).

Durante l'invasione napoleonica si schierò per il nuovo ordine e continuò a dirigere la Specola con l'aiuto del figlio, suo coadiutore dal 1790, e dopo il 1803 con la collaborazione di Giuseppe Piazzini. La sua morte, nel 1808, segna anche la conclusione dell'attività della Specola pisana.

Le opere principali di Giuseppe Slop di Cadenberg sono: un testo sulla teoria delle comete dal titolo *Theoria Cometarum anni 1769 et anni 1770 jussu et auspiciis R. C. Petri Leopoldi M.E.D.*, (Pisis 1771) e un libro dal titolo *Novi Planetarum Observationes et Theoria*, (Pisis 1782). Questi titoli sintetizzano i suoi principali contributi all'Astronomia. Ulteriori contributi riguardano lo studio delle eclissi di Sole e di Luna e dei satelliti di Giove²¹.

È significativo ricordare che Tommaso Perelli e Giuseppe Slop furono tra i pochi di una ristretta cerchia, scelti tra i più noti scienziati dell'epoca per diventare membri della Società italiana delle Scienze, fondata a Verona nel 1782, quando già lo spirito illuministico induceva a pensare all'unità d'Italia. Dal 1782 in poi la Società italiana delle Scienze pubblicò una serie di volumi di grande interesse, con rilevanti contributi dei maggiori scienziati italiani²².

2.4. Paolo Frisi (1728-1784)

Nacque a Melegnano (Milano) nel 1728, fu padre barnabita e studiò a Pisa alla scuola di Grandi e Perelli. Ricoprì la cattedra di Aritmetica e Algebra all'Università di Pisa dal 1755 e in quel periodo ottenne lusinghieri riconoscimenti tra cui la nomina alla Royal Society nel 1757. Nel 1764 ritornò a Milano e diresse l'Osservatorio astronomico di Brera e le Scuole Palatine. La sua partenza fu una grande perdita per l'Università di Pisa, come testimonia una lettera di G.C. Fromond a Giovanni Federighi, nella quale si cita il disappunto del provveditore Gaspare Cerati per la sua partenza, e il suo timore che addirittura si chiudessero le Scuole per scarsità di «uomini di merito»²³. Tuttavia gli interessi scientifici che il Frisi coltivò per il resto della vita, e il suo stile nel presentare le argomentazioni riflettono chiaramente il tipo di formazione che egli ebbe all'Università di Pisa, e rivelano quanto egli avesse assorbito lo spirito galileiano.

La sua opera principale *Cosmographiae Physicae et Mathematicae Pars Prior (et altera)*, (Milano 1775), consiste in una formulazione teorica della composizione dei vari moti della terra e in uno studio dell'orbita della Luna, che sviluppano lavori giovanili che gli erano valsi prestigiosi premi delle Accademie di Francia e di Berlino. Fra le altre sue opere astronomiche ricordiamo *De Gravitate universalis Corporum*, (Milano 1768), che riguarda il moto dei pianeti.

Anch'egli pubblicò lavori sul controllo delle acque, in particolare un *Trattato sui canali navigabili*, (Firenze 1770), poi tradotto in francese, e il libro *Piano dei Lavori per liberare dalle acque le province di Bologna, Ferrara e Ravenna*, (Lucca 1761). Collaborò anche ai progetti e poi alla realizzazione del canale navigabile tra Milano e Pavia (Naviglio Pavese), per la cui livellazione «sopportò somme fatiche», come scrive il Verri²⁴.

A testimonianza della molteplicità dei suoi interessi è utile citare i titoli dei capitoli del suo volume *Opuscoli Filosofici*, pubblicato a Milano nel 1781: *I Dell'influenze meteorologiche della Luna*, *II Dei conduttori elettrici*, *III Dell'ariane dell'olio nell'acqua*, *IV Del calore superficiale e centrale della Terra*,

²¹ M. DI BONO, *Le ricerche di astronomia nei Congressi degli scienziati italiani prima dell'unità d'Italia*, in *La situazione delle Scienze al tempo della «Prima riunione degli Scienziati Italiani»*, Pisa, Giardini, 1990, pp. 183-213.

²² «Memorie della Società Italiana delle Scienze», Prima serie, dal 1782 al 1855 (sessanta volumi disponibili alla Domus Galileiana, Pisa).

²³ F. VENTURI, *Settecento riformatore, da Muratori a Beccaria*, I, Torino, Einaudi, 1969, pp. 733 sgg.

²⁴ Si veda: *Operette scelte di Paolo Frisi con Memorie storiche intorno al medesimo di Pietro Verri*, Milano, Silvestri, 1825.



Paolo Frisi

48. Ritratto di Paolo Frisi tratto dal libro: *Operette scelte di Paolo Frisi, con memorie storiche intorno al medesimo di Pietro Verri*, Milano, 1825 (per gentile concessione della Domus Galileiana, Pisa).

V Dei fiumi sotterranei. Si può notare che la scelta delle problematiche è di grande interesse ancora oggi. Nel primo opuscolo, a proposito degli effetti della Luna il Frisi conclude col negarne l'influenza sul clima e sull'agricoltura, in nome dei principi che regolano le Scienze esatte, e infatti scrive: «Luce ed attrazione sono i soli principi con cui la Luna può agire sul nostro globo. Quando il calcolo preciso e le leggi della natura si trovano in contraddizione con alcune osservazioni e le osservazioni si trovano anch'esse in contraddizione tra loro, un filosofo o un matematico non deve allontanarsi dalle cause e dalle leggi generali, raccomandando al laborioso agricoltore di regolare i suoi lavori non già sulle fasi della luna, ma sulla giornaliera ed annuale azione del sole». Nel secondo opuscolo avvia lo studio dei conduttori elettrici, influenzato della recente invenzione del parafulmine di Franklin. Si occupa in particolare del meccanismo di propagazione della corrente elettrica, argomento sul quale poi ritorna in una successiva opera, pubblicata a Milano nel 1776, nella quale indica il modo di preservare gli edifici dai fulmini.

La prosa di Paolo Frisi è così ben articolata e strutturata da renderne la lettura assai gradevole ancora oggi. Questo vale in particolare per gli scritti di carattere storico-celebrativo quali l'*Elogio di Galileo*, l'*Elogio di Newton* e infine l'*Elogio di d'Alembert*, (Milano 1786), che testimonia il suo legame con la

cultura scientifica francese²⁵. È interessante ricordare che quando l'Università di Pavia decise di pubblicare un'eulogia in onore dell'imperatrice Maria Teresa alla sua morte, dopo la rinuncia del Parini l'incarico venne affidato a Paolo Frisi. Tale elogio risulta notevolmente pregevole e venne tradotto in francese con prefazione di Condorcet, che ne definì lo stile «limpidamente cartesiano»²⁶.

2.5. Fisica Sperimentale e Chimica

Tra le molte iniziative illuminate del granduca Francesco Stefano di Lorena è doveroso menzionare l'istituzione nel 1757, su suggerimento di Fromond, di una cattedra di Chimica. Tale disciplina era osteggiata dalla potente consorzeria medica, perché era intesa semplicemente come arte del preparare medicamenti, e i medici, in generale, privilegiavano i medicamenti «semplici» rispetto a quelli «chimici». Il primo a coprire tale cattedra fu il medico Anton Nicola Branchi, fiorentino, che insegnò a Pisa dal 1757 fino al 1801. Il suo merito principale era stato quello di aver pubblicato un *Indice d'esperienze chimiche, che saranno mostrate nel corrente anno 1753 nel laboratorio della Spezieria del Cignale in mercato nuovo, per uso di alcuni associati*. Il Branchi aveva ottime doti didattiche, ma il suo insegnamento non teneva conto dei progressi che si stavano ottenendo in campo internazionale, per opera del naturalista Buffon (1707-1788) e soprattutto di Lavoisier²⁷. Per superare questo inconveniente il granduca Pietro Leopoldo chiamò, nel 1782, ad una nuova cattedra di Storia naturale e Chimica, Giorgio Santi (1746-1822), di Pienza, che aveva studiato in Francia con quei grandi maestri e che occupò tale cattedra per oltre quarant'anni, iniziando così la fiorente scuola della Chimica pisana e delle Scienze naturali. Fra le sue opere ricordiamo: *Analisi chimica delle acque dei bagni pisani e di Asciano*, (Pisa 1789), *Viaggio in Toscana*, tradotto in francese, e *Viaggio al Montamiata* (Pisa 1795).

Ad Anton Nicola Branchi successe alla cattedra di Chimica il figlio Giuseppe, che si occupò di analisi chimica, studiando in particolare i pigmenti usati dagli artisti antichi e analizzando i colori che si trovano nel Camposanto Monumentale di Pisa²⁸. Tenne la cattedra fino al 1841 e lasciò un'opera in due volumi dal titolo: *Sulla falsificazione delle sostanze specialmente medicinali e sui mezzi atti a scoprirle* (Pisa 1823). Anche un professore di Filosofia razionale, Felice Fontana (1730-1805), diede un notevole contributo agli studi di Chimica con i suoi esperimenti riguardanti la reazione tra ossido nitrico e ossigeno per stabilire le percentuali dei vari gas presenti nell'atmosfera. Suo merito precipuo fu però l'aver fondato a Firenze il Museo di Fisica e Storia naturale, tuttora esistente.

Un altro importante sviluppo che si realizza a Pisa nella seconda metà del Settecento è la rinascita della Fisica sperimentale, la cui tradizione sembrava completamente perduta dopo la fine dell'Accademia del Cimento. Della necessità di sviluppare la sperimentazione era ben conscio il provveditore Monsignor Gaspare Cerati, che già nel 1738 scriveva al Granduca: «Sarebbe utilissimo, nella sezione di Filosofia, destinare una nuova cattedra il cui professore avesse l'obbligo di far materia dei suoi insegnamenti la Fisica sperimentale, la Storia naturale e gli elementi dell'arte Chimica»²⁹. Il granduca Francesco Stefano istituì perciò nel 1748 una nuova cattedra di Fisica sperimentale e i due professori che

²⁵ Per una più approfondita conoscenza dell'opera di P. Frisi vedi: AA.VV. *Ideologia e Scienza nell'opera di Paolo Frisi*, Atti del Convegno Internazionale di Studi, Politecnico di Milano, 3-4 giugno 1985, a cura di G. Barbarisi, II, Milano, Angeli, 1987, e S. TOMANI, *I manoscritti filosofici di Paolo Frisi, con appendice di testi*, Firenze, La Nuova Italia, 1968.

²⁶ VENTURI, *Settecento riformatore*, cit., IV, t. II, *La caduta dell'antico regime (1776-1789)*, pp. 624 sgg.

²⁷ Per una recente analisi dell'opera del padre della chimica moderna Antoine Laurent Lavoisier si veda: *Il y a 200 ans Lavoisier*, Paris, Institut de France, 1994.

²⁸ G. FOCHI, *Ricostruzione degli aspetti scientifici e umani della Chimica nell'Università di Pisa*, in *La situazione delle Scienze*, cit., pp. 109-119.

²⁹ A. OCCHIALINI, *Notizie sull'Istituto di Fisica sperimentale dello Studio pisano*, Mariotti, Pisa 1914. Si veda pure il commento integrativo C. FEDELI, *L'insegnamento della Fisica nella Università di Pisa. Cenni storici*, «il Nuovo Cimento», X (1915), pp. 72-88.

per primi ricoprirono tale cattedra furono Guadagni e Vaccà Berlinghieri. Con loro inizia la sua storia l'Istituto di Fisica sperimentale e con loro si chiude il secolo XVIII.

2.6. Carlo Alfonso Guadagni (1722-1801)

Nacque a Firenze nel 1722 e iniziò lo studio della Medicina a Pisa per poi dedicarsi alla Fisica. In realtà non abbandonò mai completamente la professione medica, come testimonia una lettera del 1769 del Provveditore dell'Università che lo autorizzava ufficialmente a differire la partenza da Firenze per Pisa per assistere una paziente prossima al parto³⁰. A lui venne pure affidata nel 1752 la «macchina pneumatica», collocata nel Giardino dei Semplici, nella quale venivano effettuati esperimenti di tipo medico-biologico sul comportamento degli animali al diminuire dell'aria, sull'ebollizione del sangue, e molte altre sperimentazioni legate alla pressione dei gas³¹.

Il suo insegnamento a Pisa si svolse per 47 anni fino al 1795, quando venne «giubilato», come si diceva allora. Trascorse il resto della sua vita a Firenze, dove morì nel 1801.

Il Guadagni è ricordato non tanto per contributi originali ai fondamenti della Fisica, ma piuttosto per la meticolosità e il valore didattico delle sue dimostrazioni sperimentali, per le quali si servì anche di apparecchiature di sua invenzione, che potrebbero essere utilizzate ancora oggi. Tra esse un nuovo barometro portatile, macchine per studiare il moto dei gravi, macchine per lo studio della termometria, del magnetismo, e apparecchi per lo studio dei muscoli del corpo umano³².

Queste apparecchiature sperimentali sono descritte in accurati elenchi e in un'opera voluminosa dal titolo: *Specimen experimentorum naturalium quae singulis annis in Academia pisana exhibere solet C. A. Guadagnius*, (Pisa 1764), ripubblicata nel 1779³³. Tale opera fu elogiata anche da Volta nel corso della sua visita a Pisa nel 1780, ed è significativa del suo impegno didattico e della sua visione della Fisica. Come egli stesso scrive nell'introduzione: «Fisica è la Scienza che si fonda sulle osservazioni, sugli esperimenti e sul ragionamento. Nell'osservazione si esamina diligentemente ciò che la natura compie da sola; negli esperimenti ciò che avviene a seguito di artifici opportuni; il ragionamento poi consente di ricavare le più semplici leggi di natura per via di analisi e di spiegare i fenomeni che da esse derivano per via di sintesi». È una efficace esposizione del metodo scientifico, a testimonianza dell'impegno e della serietà della didattica che veniva impartita nello Studio pisano, caratteristiche che hanno contrassegnato l'Università di Pisa anche nei secoli seguenti.

2.7. Leopoldo Vaccà Berlinghieri (1768-1809)

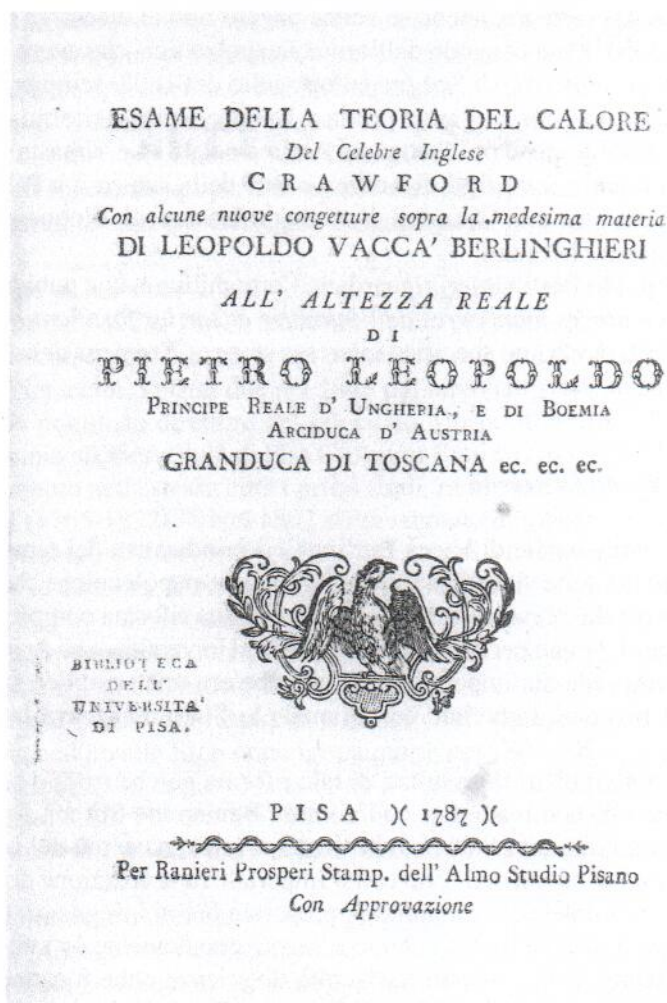
Nel 1795 succedette al Guadagni alla cattedra di Fisica sperimentale un pisano di illustre e nobile famiglia, Leopoldo Vaccà Berlinghieri, il cui fratello minore Andrea fu pure famoso professore di Clinica medica all'Università di Pisa. Era nato a Pisa da Francesco e Rosa Pardini nel 1768 e a 19 anni, appena compiuti gli studi all'Università di Pisa, venne inviato in Francia a perfezionarsi, e qui conobbe i maggiori scienziati dell'epoca, prevalentemente chimici. Pubblicò nel 1789 i suoi primi lavori sull'elettricità sul «Journal de Physique» del Rozier e successivamente un articolo sulle esperienze di Spallanzani rela-

³⁰ Cfr. OCCHIALINI, *op. cit.*

³¹ R. VERGARA CAFFARELLI, *Didattica a Pisa nella seconda metà del Settecento*, in «Giornale di Fisica», XXXVIII (1997), pp. 171-182.

³² R. VERGARA CAFFARELLI, *Carlo Alfonso Guadagni, i suoi strumenti e i suoi manuali di Fisica*, in Giuseppe Toaldo e il suo tempo nel bicentenario della morte, Padova, Cittadella, 1997.

³³ La traduzione italiana di tale opera è stata recentemente pubblicata con ampi commenti a cura di R. Vergara Caffarelli, *Saggio di naturali esperienze di Carlo Alfonso Guadagni*, Pisa, Ets, 1998.



49. L. Vaccà Berlinghieri, *Esame della teoria del Colore del celebre inglese Crawford etc.* Pisa, Bibl. Univ.

tive al problema della generazione spontanea. A Parigi assorbe le idee rivoluzionarie, che lo condurranno a svolgere una parte attiva nelle vicende politiche e militari del suo tempo³⁴.

La sua rinomanza scientifica è legata all'opera *Esame della teoria dell'inglese Crawford sul calore, con nuove congetture sopra la medesima materia* (Pisa 1787). In essa si riassumono i concetti di capacità termica e di calore specifico introdotte dal Crawford, ma si fa notare che in molti casi l'aumento di temperatura non segue le semplici leggi che si riscontrano nelle miscele di liquidi, e ciò avviene in particolare quando si hanno combinazioni con aria deflogistizzata, con fenomeni di combustione. Questa è una prima intuizione dell'esistenza di reazioni chimiche esotermiche prodotte dall'ossidazione. Tale opera gli era valsa la cattedra di Fisica sperimentale, che però tenne soltanto per 4 anni, perché al termine dell'invasione francese del 1799 partì alla testa di un battaglione di linea al servizio dei Francesi, lasciando incustoditi sia l'Istituto che le apparecchiature, con grande scandalo del mondo accademico.

³⁴ L. VACCÀ GIUSTI, *Andrea Vaccà e la sua famiglia, biografie e memorie raccolte da Laura Vaccà Giusti*, Pisa, Mariotti, 1878. C. MANGIO, *I patrioti toscani tra repubblica etrusca e restaurazione*, Firenze, Olschki, 1991.

Non occupò mai più la sua cattedra, anche se venne pagato fino al dicembre del 1800, nella vana speranza di un suo ritorno. Dopo il suo congedo dall'armata napoleonica, che aveva seguito con il grado di colonnello, anche in tutta la campagna di Spagna e Portogallo del 1808, sempre accompagnato dalla devotissima moglie francese Sofia, sposata l'anno prima a Tolone, decise il ritorno e morì a Lerici sulla via di Pisa nel 1809. La bella Sofia sposò poi il cognato Andrea nel 1814 e, rimasta nuovamente vedova nel 1826, si dedicò amorevolmente ai tre figli di Andrea e fece della sua casa a Palazzo Lanfranchi un cenacolo di personaggi illustri, tra cui Giovanni Rosini, professore di Eloquenza a Pisa e storico dell'Arte, e il suo amico Giacomo Leopardi³⁵.

Altre due opere di Leopoldo Berlinghieri riguardano l'arte militare, una pubblicata a Grenoble nel 1806 ha per titolo: *Mémoires sur les manoeuvres de l'infanterie et sur les fortifications*, e l'altra, pubblicata postuma a Lucca nel 1812, rivela uno specifico interesse storico: *Examens des opérations et des travaux de César au siège d'Alesia*.

2.8. Periodo napoleonico e primo Ottocento

La vicenda umana e professionale di Vaccà Berlinghieri è indicativa dei tempi difficili che attraversò la Toscana in conseguenza delle vicende napoleoniche e post-napoleoniche. Anche l'Università ne fu profondamente coinvolta perché Napoleone aveva intrapreso una riforma completa dell'insegnamento a tutti i livelli nel suo impero. Venne persino abolito il nome «Università» che fu sostituito, con decreto del 1810, con quello di «Accademia imperiale di Pisa», che era una semplice sezione, dal punto di vista amministrativo, dell'Università Imperiale con la quale lo Stato realizzava la gestione di tutte le forme di insegnamento³⁶.

Non si può esprimere un giudizio sui risultati di tale riforma perché troppo breve ne fu la durata. Rettore dell'Università di Pisa fu nominato il ricco livornese Beniamino Sproni, forse perché era Gran Priore dell'Ordine dei Cavalieri di Santo Stefano, che ormai si impegnava più nel campo educativo che in quello delle armi. L'importante novità dell'Università Imperiale fu la creazione delle due facoltà separate di Scienze e di Lettere, entrambe con la finalità di preparare buoni insegnanti. Questa suddivisione rimase in vigore anche dopo la caduta di Napoleone e favorì grandemente lo sviluppo delle Scienze. Come professori si utilizzarono quelli esistenti; la facoltà di Scienze ebbe 8 cattedre, di cui quella di Fisica teorica fu attribuita a Ranieri Gerbi (1763-1839) e quella di Fisica sperimentale a Giuseppe Gatteschi. Di quest'ultimo ci rimane soltanto un testo delle sue lezioni sul magnetismo dal titolo *Saggio sul magnetismo esposto nelle sue lezioni*, edito da Ranieri Prosperi a Pisa nel 1818. La carriera del Gerbi è invece molto lunga e articolata, anche se non particolarmente ricca di vere scoperte³⁷.

Era nato a Chiesina, vicino a Pistoia, nel 1763, e dopo un periodo di studio al Seminario di Pistoia, si trasferì a Pisa e si iscrisse al Collegio medico-fisico. Tenne «letture straordinarie di Fisica» (quelle che avevano luogo solo nei giorni festivi) già nel 1788-89 e nel 1789 pubblicò la sua prima opera *De mundi systemate*, un esame approfondito della meccanica celeste, con tutto l'apparato matematico più moderno che egli era in grado di utilizzare. Per questo, già nel 1789, fu nominato Lettore di Algebra.

I suoi interessi erano però soprattutto sperimentali, come è dimostrato dal suo libro *Storia naturale di un nuovo insetto*, che apparve nel 1794. Il titolo può sembrare bizzarro, ma si tratta di una seria ricerca medico-biologica su di un nuovo insetto, il Curcuglione antidontalgico, utile per curare la carie dentaria, trovato nelle galle presenti in una pianta mai descritta prima e che egli chiamò *Cardus Spinossissimus*.

³⁵ Si veda l'articolo di C. DEL VIVO, 'La bella Vaccà', in *Leopardi a Pisa*, Milano, Electa, 1997.

³⁶ G. TOMASI STUSSI, *Per la storia dell'Accademia imperiale di Pisa (1810-1814)*, in «Critica storica», XX (1983), pp. 60-120. Si veda anche D. BARSANTI, *L'Università di Pisa dal 1800 al 1860. Il quadro politico e istituzionale, gli ordinamenti didattici, i rapporti con l'Ordine di Santo Stefano*, Pisa, Ets, 1993, pp. 43-73.

³⁷ Cfr. la voce *ad personam* del *Dizionario Biografico degli Italiani*, a cura di R. Vergara Caffarelli.

Nel 1804 divenne professore ordinario di Fisica elementare ma, come osserva Luigi Pacinotti³⁸, questo non favorì le sue ricerche sperimentali, perché le attrezzature del laboratorio di Fisica erano riservate al professore di Fisica sperimentale. Pubblicò quindi nel 1807, sulla scia della lunga tradizione settecentesca di bonifica e di controllo delle acque già segnalata, un ampio lavoro *Sulle rotte dei Fiumi* e negli anni successivi due manuali, *Elementi di Fisica* (1818) e *Corso elementare di Fisica* (1823). Questi libri costituirono i testi fondamentali per l'insegnamento della Fisica in molte università italiane e sono il contributo più importante dato dal Gerbi alla Scienza, nella grande e ininterrotta tradizione didattica dello Studio pisano.

In tale tradizione si inserisce anche l'opera di Luigi Pacinotti che, dopo una breve parentesi di Olindo Dini (supplente dal 1827 al 1831), tenne la cattedra di Fisica sperimentale dal 1831 al 1840, quando passò alla Fisica tecnologica. La sua opera principale è il trattato *Fisica tecnologica*, in tre volumi pubblicati a Pisa da Pieraccini, i primi due nel 1845 e il terzo nel 1848.

Nel 1831 venne nominato direttore del già citato Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze e professore di Astronomia all'Università di Pisa Giovanni Battista Amici (1786-1863). Era nato a Modena nel 1786 e aveva compiuto nella stessa città i primi studi, ricevendo lezioni di Matematiche superiori dal celebre Paolo Ruffini (1765-1822)³⁹. Nel 1807 si era laureato in Ingegneria all'Università di Bologna ed era poi diventato professore di Geometria, prima al liceo di Modena e poi nell'Università della stessa città. Dal 1831 tenne la cattedra di Astronomia all'Università di Pisa con grande decoro fino al 1859. Egli, anche se ebbe l'obbligo di risiedere a Firenze in quanto responsabile del Museo, iniziò quella preziosa attività nella sperimentazione ottica che ha prodotto una tradizione di eccellenza, qui ancora vivissima⁴⁰. Fu soprattutto un grande costruttore di lenti, specchi e telescopi astronomici⁴¹. Non li usò egli stesso perché la Specola pisana era decaduta all'inizio dell'Ottocento e non molto aveva potuto fare Giuseppe Piazzini, succeduto allo Slop dopo la sua morte nel 1808, per aggiornarne la strumentazione e riprendere le osservazioni. D'altra parte, la nomina di Jean Louis Pons, il grande scopritore di comete, alla direzione della Specola di Firenze nel 1825, aveva spostato in quella città tutta l'attività riguardante le osservazioni astronomiche, e la torre della Specola di Pisa venne demolita nel 1826 e mai più riedificata.

Amici si dedicò anche ad altri tipi di strumentazioni ottiche; egli è l'inventore di un prisma composto, presentato al 3° Congresso degli Scienziati italiani a Firenze nel 1841, e ancora noto con il suo nome. Il prisma di Amici consente di separare i colori della luce senza cambiamento di direzione del fascio luminoso emergente rispetto alla direzione di incidenza. Egli ideò e costruì nuovi tipi di microscopi anche a immersione in liquidi diversi, con potere risolutore di 1 micrometro e un potere di ingrandimento di 6.000⁴². Tali microscopi furono da lui stesso usati per osservazioni biologiche sulle patologie delle piante, ma furono soprattutto utili a Paolo Savi per le sue ricerche di storia naturale, e consentirono a Filippo Pacini di scoprire i corpuscoli che ancora portano il suo nome.

È doveroso riconoscere tuttavia che il livello della ricerca originale in Fisica nel periodo napoleonico e nei decenni successivi non fu eccelso. Alle grandi conquiste scientifiche di quell'epoca nessun reale contributo venne da Pisa. Le riforme dettate da motivazioni politiche non furono accompagnate da un vero fervore creativo. La novità forse più significativa, che doveva avere più tardi un'influenza profonda sullo Studio pisano, fu la fondazione della Scuola Normale Superiore nel 1813, quale parte del Pensionato Accademico di Pisa, e quale succursale della Scuola Normale di Parigi «nei dipartimenti

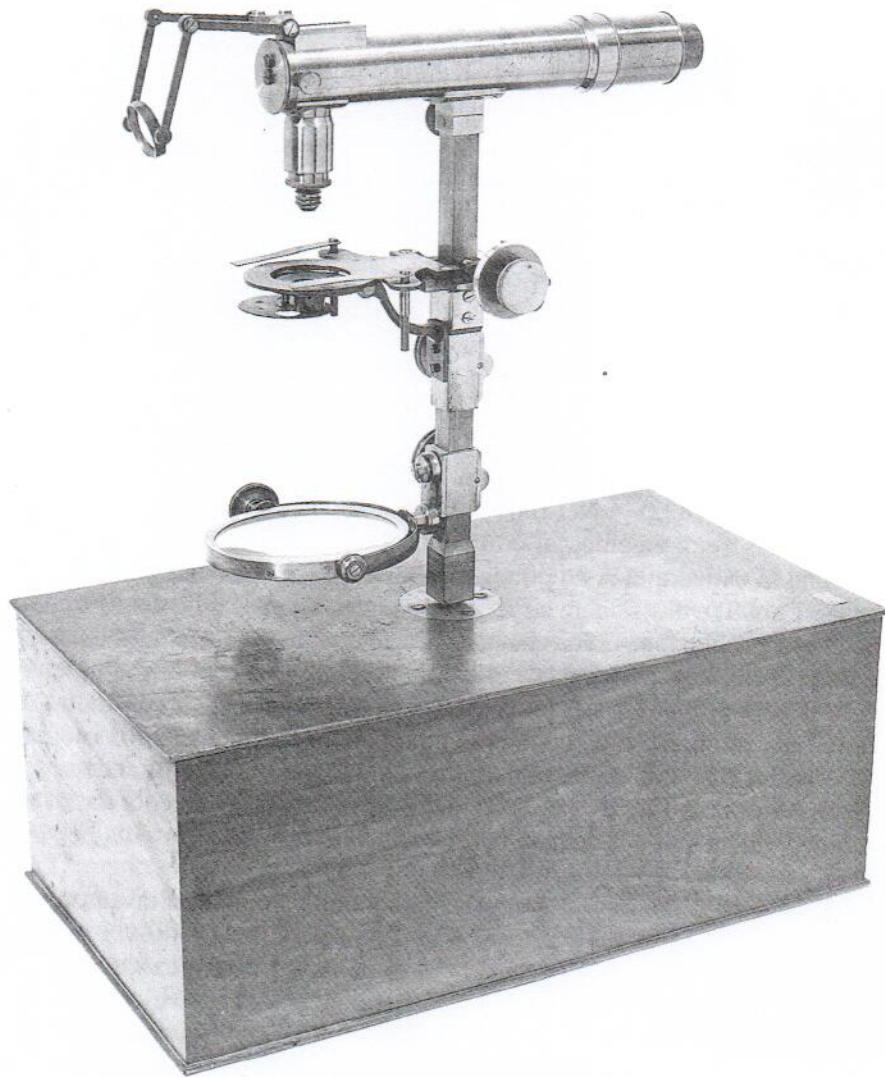
³⁸ L. PACINOTTI, *Biografia del Cav. Prof. Ranieri Gerbi*, in *Atti della prima riunione degli Scienziati italiani*, Pisa, Nistri, 1840, pp. 347-378.

³⁹ E. CARRACCI, *Ruffini Paolo* in *Dictionary of Scientific Biography*, XI, New York, Scribner's sons, 1980, p. 598. Prima studente e poi professore all'Università di Modena, Ruffini sviluppò la teoria delle equazioni algebriche e l'algebra dei polinomi.

⁴⁰ V. RONCHI, *Giovanni Battista Amici* in *Scritti di Ottica*, Milano, Il Polifilo, 1968, pp. 505-513.

⁴¹ P. PAGNINI, *L'Ottica in Italia nella prima metà del secolo XIX e l'opera di G. B. Amici*, in «Rassegna Nazionale», 1917.

⁴² Cfr. la voce *ad personam* del *Dizionario Biografico degli Italiani*, a cura di G. ABETTI.



50. *Microscopio di Amici* (per cortesia dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze, fotografia di Franca Principe).

dell'Impero dove si usa la lingua italiana», come recita il decreto di fondazione⁴³. Il Gerbi, che era direttore del Pensionato, aveva tentato invano, con l'aiuto dello Sproni, di scongiurarne la chiusura al ritorno di Ferdinando III, ma anche questa opportunità venne meno nel 1815⁴⁴.

Vale la pena di segnalare anche il fatto che il numero dei diplomi di baccellierato e di laurea aumentò grandemente nel periodo napoleonico, e tale aumento perdurò anche negli anni successivi. Furono instaurate inoltre notevoli diversificazioni tra le varie discipline. Dalle sole tre lauree in Teologia, in Iure e in Filosofia e Medicina si passò ad una maggiore varietà. Come si osserva nello studio di Danilo Barsanti⁴⁵, per esempio, 153 titoli accademici furono assegnati nel 1812, di essi 102 in Lettere e 5 in Scienze. Successivamente aumentò ulteriormente la specificità delle lauree; nel 1829 già si avevano lauree separate in Scienze fisiche, in Scienze matematiche, e in Scienze naturali.

⁴³ Cfr. TOMASI STUSSI, *op. cit.*

⁴⁴ T. TOMASI - N. SISTOLI PAOLI, *La Scuola Normale di Pisa dal 1813 al 1945. Cronache di un'Istituzione*, Pisa, Ets, 1990.

3. L'epoca di Leopoldo II

3.1. Considerazioni generali e Prima Riunione degli Scienziati Italiani

Abbiamo visto precedentemente che per varie ragioni la Toscana non aveva conservato il primato scientifico di cui aveva goduto al tempo della nascita della Scienza moderna, anche se l'insegnamento si era sempre mantenuto di alto livello. Perché la situazione migliorasse sul piano della ricerca occorreva un radicale rinnovamento nelle persone e nei mezzi materiali, e questo fu reso possibile dall'illuminata visione del principe Leopoldo II di Lorena. Egli infatti accolse la richiesta avanzata il 28 marzo 1839 da sei illustri personaggi, il principe Carlo Bonaparte, il commendator Vincenzo Antinori (direttore del Museo di Fisica e Storia naturale di Firenze), i professori Giovanni Battista Amici, Gaetano Giorgini, Paolo Savi, e Maurizio Bufalini (professore di Clinica medica all'Ospedale di Firenze), e indisse a Pisa nello stesso anno 1839 la Prima Riunione degli Scienziati Italiani.

Da ogni parte d'Italia convennero 421 tra i maggiori esponenti delle sei aree in cui erano state suddivise le Scienze naturali: Chimica, Fisica, Matematica; Geologia, Mineralogia e Geografia; Botanica e Fisiologia vegetale; Zoologia ed Anatomia comparata; Agronomia; Medicina. Essi poterono scambiarsi idee e informazioni per due settimane dal 1° al 15 ottobre, come in un moderno Congresso scientifico, ma forse con maggiore partecipazione collettiva perché i presidenti di ogni sezione e i vice presidenti delle sottosezioni vennero eletti a scrutinio segreto dagli scienziati presenti. Furono tutti ospiti del Granduca, che intervenne personalmente all'ultima delle sedute. Le sessioni propriamente scientifiche iniziarono il terzo giorno, dato che il 1° ottobre fu dedicato agli atti del culto e alla stesura dei regolamenti per le riunioni da tenersi negli anni seguenti (Torino venne scelta quale sede della seconda riunione), e il secondo giorno venne dedicato allo scoprimento del monumento a Galileo, con discorso di Giovanni Rosini. Gli Atti del Congresso furono stampati e più volte ripubblicati⁴⁶. Da essi si può vedere quanto fosse viva la necessità di comunicare, e quanto fosse sentito, anche nel contesto europeo, il bisogno di promuovere la Scienza italiana.

L'importanza politica e il significato programmatico di quella prima riunione fu enorme. Gerbi vi tenne la lezione inaugurale sul primato italiano nelle Scienze. In tale lezione, dopo il riferimento a Galileo che aprì la strada a tutta la Scienza moderna, grande spazio viene assegnato alla Matematica, con particolare riferimento a Cavalieri, Lagrange e Riccati, e tra i contemporanei a Brunacci e Mossotti; alla Scienza idraulica con riferimento a Torricelli e Viviani, Frisi, Perelli e Ximenes; all'Acustica con riferimento al Tartini che associò Musica e Matematica; passando poi alle Scienze più chiaramente sperimentali con riferimenti ai risultati dell'Accademia del Cimento e poi a quelli di Volta, Nobili e Melloni; trattando poi dell'Agricoltura con particolare menzione dell'Accademia dei Georgofili e del marchese Cosimo Ridolfi; senza trascurare la Storia naturale e Medicina, con particolare menzione di Redi, Malpighi, Spallanzani e Paolo Savi. Le riunioni dei giorni successivi furono dedicate alla presentazione dei risultati ottenuti nelle diverse discipline e alla discussione delle problematiche dell'epoca. Per quanto riguarda la Fisica, molto spazio fu dedicato agli strumenti ottici di Giovanni Battista Amici, al funzionamento dei condensatori e alla recentissima scoperta di Faraday dell'induzione elettromagnetica, nonché allo studio dell'elettricità animale, con la presentazione di esperimenti di Luigi Pacinotti sulla torpedine, stimolati dai nuovi risultati appena pubblicati dal Matteucci.

Le riunioni successive degli Scienziati italiani si tennero annualmente fino al 1847 in altre città d'Italia, e scandirono i progressi della Scienza dell'epoca. È significativo che tre di tali riunioni si siano tenute in Toscana; dopo la prima a Pisa la terza a Firenze nel 1841 e la quinta a Lucca nel 1843, a testi-

⁴⁵ BARSANTI, *op. cit.*, nota 13.

⁴⁶ *Atti della prima riunione degli Scienziati italiani*, Pisa 1839, Quarta edizione, Pisa, Nistri-Lischi, 1939 (con aggiunte). Copia anastatica ristampata in occasione del 150° anniversario: Pisa, Lischi, 1989. Si veda anche: *La situazione delle Scienze*, cit., e *Catalogo della Mostra bibliografica: il Primo Congresso degli Scienziati Italiani*, Pisa, Biblioteca Universitaria, 1989.

monianza della liberalità del Granduca, per nulla turbato dalle inevitabili considerazioni politiche ostili all'assolutismo che circolavano in tali convegni.

L'anno successivo alla Prima Riunione degli Scienziati Leopoldo II fece scelte intelligenti, nominando Intendente all'Istruzione pubblica del granducato l'ottimo Gaetano Giorgini e Provveditore dell'Università di Pisa mons. Giulio Buoninsegni, vicario della diocesi di Ravenna, uomo onesto e liberale, che dopo il 1849 fu fatto Vescovo e Priore dell'Ordine di Santo Stefano. Con la riforma dell'Università di Pisa del 1840 Leopoldo II aumentò il numero delle cattedre e perseguì quella che era stata la politica illuminata del suo grande avo Pietro Leopoldo. Provvide anche a rifondare la Scuola Normale napoleonica con il «motu proprio» del 1846, conservandone gli statuti e mantenendone le finalità di formazione di insegnanti di Lettere e di Scienze⁴⁷. Di conseguenza anche il numero di studenti aumentò considerevolmente e il numero di lauree per anno si attestò su una media di circa 150, per ridursi a un valore medio di circa 90 dopo il 1850. A coprire le cattedre di Scienze Leopoldo II chiamò persone di elevatissima qualità, consigliandosi anche con scienziati stranieri tra cui il famoso naturalista F.H. Alexander von Humboldt (1769-1859).

3.2. La scuola di Chimica: da Raffaele Piria a Stanislao Cannizzaro

Tra le decisioni del granduca, dopo la Prima Riunione degli Scienziati Italiani, di grande rilevanza per il futuro delle Scienze all'Università di Pisa fu la chiamata del giovanissimo Raffaele Piria alla cattedra di Chimica, rimasta vacante nel 1841 alla morte di Giuseppe Branchi⁴⁸.

Il Piria era nato a Scilla nel 1814 e si era laureato in Medicina all'Università di Napoli nel 1837. Dopo la laurea aveva potuto trasferirsi a Parigi per lavorare nell'Istituto dell'École Polytechnique fondato e diretto da Jean Baptiste Dumas, il padre della Chimica organica; lì aveva iniziato quelle ricerche che portarono lui e il Bertagnini alla scoperta dell'acido cinnamico ($C_6H_5-CH=CH-COOH$) e di una serie di suoi composti⁴⁹. Nel laboratorio di Dumas aveva pure iniziato gli studi sulla salicina, che poi lo condussero nel 1843 alla scoperta dell'acido salicilico, ottenuto con riscaldamento della salicina con potassa. Questo fu il passo fondamentale per la produzione dell'aspirina (acido acetilsalicilico), di cui Piria è giustamente annoverato tra gli scopritori⁵⁰. Al suo ritorno nel 1839, aveva creato a Napoli un laboratorio privato di Chimica, nel quale teneva un corso molto frequentato.

Suo scopo era dare vita a una valida Scuola di Chimica italiana, sulle orme delle Scuole già fiorenti in Francia e in Germania. Tale sogno poté realizzare a Pisa, dove rimase dal 1841 al 1856, svolgendo un'intensa attività di ricerca e di insegnamento, interrotta soltanto dalla sua partecipazione alla I guerra di Indipendenza come capitano nel battaglione universitario. Tra i suoi fondamentali contributi alla Chimica organica basti segnalare, oltre all'acido cinnamico e all'aspirina già menzionati, la produzione di aldeidi dall'ossidazione dell'acido salicilico e la scomposizione della populina (estratta dai pioppi) in glucosio, acido salicilico e acido benzoico. Importante anche la trasformazione dell'asparagina in acido malico per trattamento con acido nitroso (1846), nonché la preparazione delle aldeidi per distillazione secca di sali organici di calcio ottenuti dall'acido naftionico (o acido di Piria). La sua grandezza è anche dovuta alle sue grandi doti di caposcuola e di Maestro, di cui fanno testimonianza i suoi libri di testo *Trattato elementare di Chimica organica* (1841) e *Lezioni di Chimica organica* (1865), che furono fondamentali per la formazione dei chimici in tutte le università italiane⁵¹. Con Piria inizia la

⁴⁷ TOMASI - SISTOLI PAOLI, *La Scuola Normale di Pisa dal 1813 al 1945. Cronache di un'Istituzione*, cit.

⁴⁸ FOCHI, *Ricostruzione degli aspetti scientifici e umani della Chimica nell'Università di Pisa all'epoca della prima riunione degli Scienziati italiani*, in *La Situazione delle Scienze*, cit.

⁴⁹ Cfr. IHDE, *op. cit.*, pp. 189 sgg.

⁵⁰ Piria Raffaele, in *Enciclopedia della Scienza e della Tecnica* (EST), Mondadori, Vol. Autori, pp. 495-496.

⁵¹ D. MAROTTA, *Piria Raffaele, lavori scientifici e scritti vari*, Roma, 1932, G. PROVENZAL, *Profili biografici di chimici italiani*, Roma, s.d., pp. 171-176. Si veda anche F. CARDONE, *Raffaele Piria, la sua vita e la sua Chimica*, Società Italiana di Fisica, 1988.

moderna Scuola pisana di Chimica, che sarebbe stata destinata a dare lustro all'Ateneo fino ai giorni nostri⁵².

Allievo di Piria, e suo successore, dopo il trasferimento del maestro a Torino nel 1855, alla cattedra di Chimica, fu un grande chimico organico e un personaggio di grande rilievo anche sul piano umano, Cesare Bertagnini⁵³. Nato a Montignoso nel 1827 da nobile famiglia, dopo aver frequentato le scuole superiori a Massa, si era iscritto all'Università di Pisa al Corso di Laurea in «Matematica applicata». Nel 1846 era stato accolto nel laboratorio di Raffaele Piria, che da quel momento non lo abbandonò più, né come guida scientifica, né come amico. Insieme parteciparono infatti alla campagna di Lombardia nel 1848⁵⁴. Dopo la guerra collaborarono alle ricerche di Chimica organica, dimostrando tra l'altro che facendo reagire le aldeidi con i bisolfiti si ottenevano derivati che a loro volta potevano essere decomposti liberando l'aldeide, una reazione che trova ancora largo impiego nell'industria. Dopo il 1855 Bertagnini fu impegnato nella redazione della sezione di Chimica de «Il Nuovo Cimento», rivista fondata in quell'anno dal Maestro e da Carlo Matteucci, compito al quale egli si dedicò con grande impegno, nonostante la sua salute cominciasse a dar segni di decadimento. Nel 1856 apparve su «Il Nuovo Cimento» (IV, pp. 46-48) e negli «Annalen der Chemie und Pharmacie» (pp. 125-127) un suo importante lavoro nel quale si descriveva per la prima volta la produzione artificiale dell'acido cinnamico. Nello stesso anno ottenne la cattedra di Chimica, succedendo all'amico Piria, e nel 1857 pubblicò su «Il Nuovo Cimento» (pp. 55-59) un lavoro sull'ossamide, che riuscì a trasformare in acido cianidrico. Morì di tisi a soli 30 anni il 27 dicembre 1857.

Il successore di Bertagnini fu Sebastiano De Luca (1820-1880), formatosi alla scuola di Berthelot a Parigi, e anch'egli allievo di Piria. De Luca proseguì la collaborazione che Piria e Bertagnini avevano iniziato con il grande chimico Stanislao Cannizzaro (1826-1910), che era stato a Pisa nei suoi anni formativi, come tecnico di laboratorio dal 1845 al 1847, e a quella che ormai veniva riconosciuta come la «Scuola pisana» rimase sempre legato⁵⁵.

Cannizzaro ebbe inizi di carriera scientifica piuttosto travagliati – nato a Palermo aveva qui frequentato i corsi di Medicina senza però laurearsi – e la scoperta dei suoi talenti fu dovuta proprio a Piria, che, incontratolo a Napoli nel corso della VII Adunanza degli Scienziati italiani, ne aveva intuito le capacità e lo aveva invitato a Pisa. Nel 1847, in vacanza a Palermo, vi si trattenne per partecipare, nel gennaio 1848, all'insurrezione contro i Borboni, insurrezione che aveva d'improvviso reso la capitale siciliana l'avanguardia della «primavera dei popoli». Dopo il fallimento della rivoluzione si rifugiò a Marsiglia e poi a Parigi, dove lavorò nei laboratori di Chevreul e di Gay-Lussac. Nel 1851 Cannizzaro accettò il posto di professore di Fisica, Chimica e Meccanica al Collegio nazionale di Alessandria, dove poté disporre di un laboratorio chimico e pubblicò un celebre lavoro sulle trasformazioni della benzaldeide. Durante le vacanze egli si recava costantemente in Toscana, a Pisa per visitare Piria, a Montignoso per collaborare con Bertagnini nelle ricerche sulle aldeidi. La ricca e amichevole corrispondenza fra i tre scienziati rivela, oltre al comune interesse per la Chimica, una condivisa passione civile per le sorti delle popolazioni italiane negli anni delle speranze deluse e della preparazione all'unificazione nazionale⁵⁶.

Nel 1855 Cannizzaro fu nominato professore di Chimica all'Università di Genova per interessamento del maestro Piria, e lì scrisse il famoso *Sunto di un Corso di Filosofia chimica*, dettato alla moglie Enrichetta Whilters. Il lavoro venne pubblicato su «Il Nuovo Cimento» (1858) sotto forma di una lettera

⁵² Si veda ad esempio G. FOCHI, *Alambicchi sotto la torre. Breve storia della Chimica nell'Università di Pisa*, Pisa, s. l., 1988; e Id., *Le radici della Chimica pisana*, Pisa, Università di Pisa, 1993.

⁵³ Cfr. la voce *ad personam* del *Dizionario biografico degli italiani*, a cura di A. Gaudiano. Si veda anche: *Cesare Bertagnini (1827-1857): Vita, opere e carteggi inediti*, a cura di G. Provenzal, Roma, Istituto Nazionale Medico Farmacologico «Seroni», 1928.

⁵⁴ A. ESPOSITO VITTOLO, *Due grandi figure del battaglione universitario toscano, Raffaele Piria e Cesare Bertagnini*, in «Bollettino storico pisano», XVII (1948), pp. 223-243.

⁵⁵ Cfr. la voce *ad personam* del *Dizionario biografico degli Italiani*, a cura di A. Gaudiano e D. Marotta.

⁵⁶ Si veda per esempio: *Un recente acquisto: gli archivi Cannizzaro e Provenzal*, Pisa, Biblioteca Universitaria di Pisa, 1998.

indirizzata all'amico De Luca, forse perché in tale lavoro veniva presentata una teoria fondata su conoscenze comuni, anziché su nuovi risultati sperimentali, e l'autore, per pura modestia, non osava rivolgersi a Piria, come egli stesso affermò più tardi in un discorso celebrativo del maestro. Questo raro caso di umiltà scientifica era tuttavia assolutamente ingiustificato, giacché l'articolo costituisce la base della teoria atomica della materia. Partendo dalle leggi sperimentali dei gas di Gay-Lussac, e utilizzando l'ipotesi formulata da Amedeo Avogadro (1776-1856) nel 1811, e poi dimenticata, che «volumi uguali di gas diversi nelle stesse condizioni di pressione e temperatura contengono il medesimo numero di molecole», egli fornì il metodo per determinare quali e quanti sono gli atomi dei vari elementi che costituiscono le molecole e per misurare i pesi atomici. Il procedimento consiste nel confrontare tra loro i pesi di uguali volumi di gas diversi e misurarli prendendo come unità di misura il peso della metà di un uguale volume di idrogeno, scomponendo poi le molecole in parti proporzionali ai pesi relativi degli elementi componenti. Per gli atomi degli elementi che non sono disponibili allo stato gassoso si considerano i pesi delle molecole che li contengono e si osserva che in essi i pesi di tali atomi compaiono sempre come multipli di un peso atomico elementare.

Questo metodo, che al chimico di oggi può apparire quasi banale, è la base di tutta la Chimica moderna, e non deriva da conoscenze sperimentali nuove, ma piuttosto da un'analisi assai acuta dello stato delle conoscenze note⁵⁷. Il lavoro venne presentato al famoso Congresso di Karlsruhe del 1860, che è il primo congresso scientifico internazionale, indetto per iniziativa di Friedrich August von Kekulé (1829-1896), professore di Chimica all'Università di Ghent e autore del modello dell'anello benzenico. Il Cannizzaro vi si recò su suggerimento di Piria, e fu l'unico italiano a parlare sui 150 chimici partecipanti, ma il suo contributo fu determinante. Le copie del suo citato lavoro vennero distribuite ai presenti dall'amico Angelo Pavesi, professore di Chimica a Pavia, e divennero da allora il fondamento di tutta la teoria atomica della materia⁵⁸.

Talvolta capita che la Scienza abbia già varcato le soglie di una nuova era senza che la comunità scientifica se ne renda conto. Il fatto che per anni la teoria di Cannizzaro non fosse accettata, nonostante il successo ottenuto al Congresso di Karlsruhe, e che incontrasse resistenze anche da parte di Berthelot, rende assai appropriata l'osservazione di Giacomo Ciamician, relativa proprio a questa scoperta: «Sapere ciò che tutti sanno e comprendere ciò che da nessuno altro è compreso è il merito dei grandi divinatori della Scienza»⁵⁹.

3.3. La Scuola di Fisica

Anche nella Fisica si fecero subito le scelte migliori chiamando nel 1840 Carlo Matteucci (1811-1868) alla cattedra di Fisica Sperimentale, lasciata da Luigi Pacinotti che si trasferì a Fisica Tecnologica, e chiamando lo stesso anno Ottaviano Fabrizio Mossotti (1791-1863) alla cattedra di Fisica Matematica, Meccanica Celeste e Geodesia. Alla cattedra di Mineralogia e Geologia venne anche chiamato da Napoli il giovane e brillante Leopoldo Pilla (1805-1848)⁶⁰. Con loro la Fisica a Pisa compie un salto di qualità; a loro si devono i successivi sviluppi, e anche la rinascita della Matematica italiana nella seconda metà dell'Ottocento.

Essi crearono una scuola che fu di modello all'Italia intera, e diedero contributi di grande rilievo alla Fisica-matematica (quella che oggi verrebbe chiamata Fisica Teorica) e alla Fisica Sperimentale.

⁵⁷ J.R. PARTINGTON, *A History of Chemistry*, IV, London, Mc Millan, 1964, pp. 489-494; E. MARIANI, *Stanislao Cannizzaro: mancato premio Nobel*, in «Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei XL, Memorie di scienze fisiche e naturali», XIX, parte seconda, (1995), pp. 95-99; A. di Meo (a cura di) *Storia della Chimica in Italia*, Napoli 1989.

⁵⁸ M.J. NYE, *The question of the atom from the Karlsruhe Congress to the first Solvay Conference, 1860-1911*, Los Angeles, Thomas, 1984, in tale opera è riprodotta «in toto» la traduzione inglese del lavoro di Cannizzaro.

⁵⁹ Cfr. voce *ad personam* del *Dizionario Biografico degli Italiani*, cit.

⁶⁰ PRINCIPE, *La figura di Leopoldo Pilla, vulcanologo in La situazione delle Scienze*, cit., pp. 131-144.



51. *Ritratto di Stanislao Cannizzaro.*

Nell'espone al congresso della Società italiana di Fisica a Como del 1977 le sue valutazioni sulla storia della Fisica in Italia, Emilio Segrè affermò che l'unico fisico italiano dell'Ottocento di valore confrontabile con quello dei grandi del suo tempo era stato Ottaviano Fabrizio Mossotti. La sua figura si staglia nettamente tra le molte del suo secolo, quasi in una continuità ideale con quella di Volta del secolo precedente e con quella di Fermi del secolo successivo. Carlo Matteucci a sua volta fece rinascere la grande tradizione sperimentale a Pisa e aprì alla ricerca il campo dell'Elettrofisiologia. Fu tra l'altro artefice della costruzione del nuovo Istituto di Fisica, inaugurato nel 1844 negli orti del vecchio edificio di via Santa Maria, in quella che fu denominata piazza Torricelli. Contribuì allo sviluppo della Fisica italiana anche sul piano organizzativo fondando nel 1855, insieme a Piria, «Il Nuovo Cimento», ancora oggi organo ufficiale della Società italiana di Fisica. Allievi di Mossotti e Matteucci furono, nel settore più strettamente sperimentale, Riccardo Felici (1819-1902) e Antonio Pacinotti (1841-1911), e nel settore teorico-matematico, Enrico Betti e Ulisse Dini, figure di primissimo piano della Scienza italiana della seconda metà dell'Ottocento.

Mossotti e Matteucci vissero abbastanza a lungo da vedere realizzato il sogno di un'Italia politicamente unita. Entrambi furono senatori del nuovo Regno, e Carlo Matteucci fu anche Ministro della pubblica Istruzione nel 1862, successore di Francesco De Sanctis. Con loro si chiude l'età del principato lorenesse di Leopoldo II, assai feconda e importante per la Scienza. Con le loro brevi biografie è giusto chiudere anche queste note su quel periodo felice per l'Università di Pisa.

3.4. Ottaviano Fabrizio Mossotti (1791-1863)

Nacque a Novara il 18 aprile 1791 da Giovanni, ingegnere, e da Rosa Gola. Terminati i tre corsi «di latinità superiore» a 15 anni si iscrisse al Liceo di Novara, retto dal canonico Ignazio Prina, dove venivano impartiti insegnamenti del primo biennio universitario. Seguì poi gli studi universitari a Pavia, che allora faceva parte come Novara del Regno d'Italia. Ebbe come insegnanti Alessandro Volta per la Fisica, e Vincenzo Brugatelli per la Chimica. Si laureò in Fisica-matematica nel 1811, e rimase all'Università di Pavia, per i due anni successivi, come «uditore» (oggi diremmo allievo del corso di Perfezionamento), sotto la guida del prof. Brunacci (1768-1818) ⁶¹.

Il suo primo lavoro fornì la risoluzione, con il principio di Lagrange delle velocità virtuali, del problema dell'ariete idraulico e dell'efflusso di un liquido da un recipiente. Tale risoluzione venne poi incorporata nel trattato del Brunacci ⁶² su tale argomento con parole di encomio che, come scrive Giovanni Codazza nella Commemorazione di Mossotti tenuta all'Istituto lombardo di Scienze e lettere, «onorano allievo e maestro» ⁶³.

Concluso il periodo pavese, Mossotti fu ammesso alla Specola di Brera a Milano, prima quale alunno «gratuito» e dal 1815 quale alunno stipendiato sotto la guida di Barnaba Oriani, il più famoso astronomo del suo tempo. Lì rimase fino al 1824 dedicandosi a studi di Meccanica celeste con risultati che gli conferirono immediatamente una reputazione internazionale ⁶⁴. Un suo lavoro sulla determinazione delle orbite dei corpi celesti fu infatti tradotto in tedesco per la rivista «Zeitschrift fur Astronomie» e un suo lavoro sulla cometa di Encke fu tradotto in inglese per le Memorie della Società astronomica di Londra. Contemporanee ai lavori di Astronomia sono due memorie di Fluidodinamica pubblicate negli Atti della società italiana delle Scienze (una sul moto dell'acqua nei canali).

I suoi lavori gli valsero l'ammissione all'Accademia dei Quaranta nel 1825, ma quell'anno ebbe termine anche la sua tranquillità di vita. Egli aveva infatti assorbiti nell'ambiente studentesco di Pavia e di Milano spirito patriottico e sentimenti liberali, che venivano rafforzati dalle sue partecipazioni alle riunioni indette dall'amico, il marchese Porro Lambertenghi. Il suo nome fu trovato nel 1823 fra le carte del francese Alexandre Philippe Andryane, che teneva i contatti con emigrati ostili all'Austria, e che fu poi incarcerato allo Spielberg come già Confalonieri, Pellico e altri. Solo la fuga in Svizzera gli evitò la stessa sorte e gli consentì di riparare poi a Londra. Qui visse due anni, in rapporti di amicizia e collaborazione con esuli italiani tra cui Ugo Foscolo, e con astronomi e fisici illustri, tra i quali il celebre Thomas Young, traendo i mezzi di sussistenza dal lavoro che svolgeva per l'Ammiragliato inglese.

Per interessamento del barone Francesco Saverio De Zach, astronomo famoso dell'Università di Genova, e degli amici di Londra, fu assunto quale ingegnere-astronomo all'Ufficio Topografico di Buenos Aires, dove poi divenne professore di Calcolo differenziale e di Fisica all'Università. Da Buenos Aires pubblicò negli Atti della Società astronomica di Londra, di cui era diventato membro, le *Osservazioni sulla cometa di Encke*, eseguite con un diaframma da lui stesso costruito, e le *Osservazioni sull'eclisse solare del 1833*. Fu anche in corrispondenza con Dominique François Arago (1786-1853), che presentò suoi lavori di climatologia all'Istituto di Francia.

⁶¹ Vincenzo Brunacci nacque a Firenze di nobile famiglia nel 1768, studiò Giurisprudenza e Medicina a Pisa, ma si appassionò agli studi fisico-matematici, tanto da essere Lettore straordinario festivo di Fisica all'Università di Pisa già nel 1788, e poi professore di Matematica all'Accademia Navale. Fu professore di Matematica sublime a Pavia dal 1801, e insegnò anche Geodesia e Idrometria. Famoso è il suo testo in quattro volumi *Corso di Matematica sublime*. Su di lui si vedano: *Memorie e documenti per la storia dell'Università di Pavia*, Pavia, Bizzoni, 1878, L. BERZOLARI, *I matematici dello studio pavese*, in *Universitatis ticinensis*, Pavia, E.M.I., 1925, V. E. GALAFASSI, *Le glorie dell'Università di Pavia nelle discipline matematiche e fisiche*, in *Discipline e maestri dell'Ateneo pavese*, Pavia, Università di Pavia, 1961.

⁶² V. BRUNACCI, *Trattato dell'ariete idraulico*, Milano, Stamperia Reale, 1814, O.F. MOSSOTTI, *Del movimento di un fluido elastico che sorte da un vaso e della pressione che fa sulle pareti dello stesso*, in «Memorie della Società italiana della Scienze», XVII (1814), pp. 59 sgg.

⁶³ G. CODAZZA, *Commemorazione di Ottaviano Fabrizio Mossotti, letta nella seduta del 23 Aprile 1863 al Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere*, dal periodico «Il Politecnico», XVII (1863).

⁶⁴ O.F. MOSSOTTI, *Scritti, Memorie e note di Astronomia*, L. Gabba e G. Polvani (a cura di), I, Pisa, Domus Galilaeana, 1942.



52. Ritratto di O.F. Mossotti (per cortesia della Scuola Normale Superiore, fotografia di Dino Giannessi).

Nel 1835 venne nominato direttore dell'Osservatorio astronomico di Bologna, ma l'opposizione del governo austriaco convinse Roma a ritirare la nomina. Il governo pontificio gli pagò un indennizzo cospicuo (2500 scudi) per il lungo viaggio e il posto perduto in America Latina, e rinunciò a lui. Si recò quindi a Torino dietro invito dell'astronomo Giovanni Plana⁶⁵, allievo di Lagrange e professore all'Università. Al Plana dedicò un famoso opuscolo dal titolo *Sur les forces qui règissent la constitution intérieure des corps* (Torino 1836). È la sua prima opera sulla costituzione della materia, che apre un capitolo importante della Fisica a cui penserà e a cui si dedicherà per tutta la vita. Questi studi saranno poi perfezionati dal suo allievo Enrico Betti, dal Clausius e da altri, e ancora sono di estrema attualità pur in presenza di tante nuove conoscenze sulle particelle sub-atomiche.

Nel 1837 ottenne per concorso pubblico la cattedra di Matematiche Superiori all'Università Jonia di Corfù. La sua prolusione del 1° Ottobre 1839 *Sulla costituzione del sistema stellare di cui fa parte il Sole* fu tradotta e pubblicata sul «Philosophical Magazine». È un lavoro di notevole pregio, anche letterario, in cui tra l'altro si spiega la costituzione della Via Lattea e la rotazione degli astri. A Corfù Mossotti preparò quel *Trattato di Fisica Matematica*, pubblicato poi a Pisa nel 1843, che divenne il testo fondamentale per lo studio dell'Ottica dei corpi materiali. Il suo pregio è di presentare per la prima volta un'o-

⁶⁵ Le lettere di Plana a Mossotti sull'argomento sono conservate presso l'Archivio della Specola di Bologna (Busta D nn. 19 e 28). Si ringrazia il dott. Raffaele Giampietro per la segnalazione.



53. Monumento tombale di O.F. Mossotti al Camposanto Monumentale di Pisa (per cortesia dell'Opera Primaziale Pisana, fotografia di Dino Giannessi).

pera sistematica sulla luce, con concezioni originali accanto a conoscenze già note. A Pisa venne chiamato nel 1840, come già detto, e vi giunse nel 1841 con la moglie inglese Anna Sutter, che purtroppo dopo due anni morì di parto con il bambino.

Nel primo periodo pisano si occupò della struttura molecolare dei corpi, sulla linea già indicata nel volume pubblicato a Torino. I successivi contributi, pubblicati negli Atti delle Riunioni degli Scienziati italiani successive alla prima, e più tardi sul «Nuovo Cimento», completarono la sua teoria e chiarirono i legami tra la struttura molecolare e le proprietà elettriche dei materiali⁶⁶.

Ma a interrompere gli studi di Mossotti furono nuovamente eventi politici, in particolare le rivolte popolari del 1848 e le vicende della prima guerra d'indipendenza. Già quasi sessantenne, egli partecipò a tale guerra quale comandante del battaglione universitario di Pisa, che con tutto il corpo di spedizione toscano ebbe la sua giornata di gloria a Curtatone e Montanara il 29 maggio 1848. Fu più fortunato di

⁶⁶ Si veda per esempio: O.F. MOSSOTTI, *Discussione analitica sull'influenza che l'azione di un mezzo dielettrico ha sulla distribuzione dell'elettricità alla superficie di più corpi disseminati in essi*, Modena, Tipi della R.D. Camera, 1846.

Pilla che morì sul campo, di Giuseppe Montanelli che venne gravemente ferito e rimase prigioniero e di tanti altri, ma dimostrò grande coraggio, e fu visto «disegnare con la sciabola figure geometriche sul terreno sotto il fuoco nemico», come riferito dal Bicchierai che era presente⁶⁷. Al ritorno dalla guerra continuò l'opera di ricerca e di insegnamento a Pisa, pubblicando vari lavori di Astronomia e due libri di notevole impegno la *Nuova teoria degli strumenti ottici*⁶⁸ e le *Lezioni di Meccanica razionale* (Pisa 1855). Nel primo, alle teorie note aggiunge nuovi risultati sulle aberrazioni delle lenti che vanno oltre le considerazioni di Gauss e che servirono di base per alcune delle costruzioni di Amici. Il secondo è un testo che potrebbe essere usato ancora oggi, dove l'analisi del moto dei corpi e delle forze che lo producono è completa, ed è presentata con il rigore e l'eleganza di un matematico di classe.

Dopo il 1859 salutò con gioia l'Unità d'Italia e fu felice di essere nominato senatore, anche se raramente poté sedere in Parlamento per i disagi che i viaggi a quell'epoca comportavano. Continuò fino alla fine ad occuparsi delle orbite delle comete e della sua teoria sulla costituzione molecolare della materia, con nuovi risultati alla cui pubblicazione stava pensando, come ci dice Codazza⁶⁹, alla vigilia della sua morte, che avvenne a Pisa il 20 marzo 1863.

La città di Pisa lo pianse con dolore sincero e gli dedicò un monumento nel Camposanto monumentale. L'opera molto bella dello scultore Giovanni Duprè rappresenta la musa dell'Astronomia che piange il suo discepolo; essa venne inaugurata il 16 giugno 1867 con grande solennità⁷⁰, e testimonia nei secoli l'affetto speciale che le sue doti anche umane seppero suscitare. È forse utile ricordare tali doti con le parole di Codazza, che lo conobbe personalmente: «Crine fulvo, occhi celesti, giusta statura di poco piegata dagli anni, indole mite, schietta, gentile; modi semplici, soavi; spirito robusto ma tollerante; tenaci propositi, benevolenza cordiale, amicizia sincera, affetto efficace ai discepoli; ammirazione inconscia di sé, larga dei meriti altrui; entusiasmo giovanile fino all'ultimo per tutto ciò che fosse bello, grande; buono, generoso in ogni ordine di cose: eccovi la pittura dell'uomo»⁷¹.

È ancora di attualità prendere in considerazione alcuni contributi significativi di Mossotti nei vari settori dell'Astronomia e della Fisica da lui studiati. In Astronomia egli ricavò nuove soluzioni approssimate per la determinazione delle orbite dei corpi celesti a partire da tre osservazioni sperimentali, trovando una relazione fra le due costanti che determinano la posizione del piano orbitale. Tale metodo fu da lui numericamente applicato alla determinazione dell'orbita della famosa cometa dell'anno 1759 (cometa di Halley). Sulle comete continuò a lavorare poi per tutta la vita, ed è un vero piacere leggere i suoi scritti che rivelano anche notevoli conoscenze classiche e doti di scrittore. Il suo legame con la cultura classica si può notare anche in quegli interventi ufficiali in occasione delle lauree, in cui si analizzano passi della Divina Commedia con riferimenti astronomici. Il suo discorso sulle macchie solari e il loro esame in relazione alle eclissi di Sole lo conduce poi a un'ipotesi molto ragionevole legata alla densità di gas nebulosi alla superficie della fotosfera (ipotesi attualmente confermata con le conoscenze sulle variazioni di densità e temperatura dei plasmi solari dovute al campo magnetico).

In Ottica migliorò notevolmente lo studio dei sistemi centrati, tenendo conto di tutte le aberrazioni, comprese quelle cromatiche dovute alla dispersione del materiale, di cui suggerì la correzione mediante la scelta di vetri opportuni con indici di rifrazione diversi, procedimento che oggi è pratica corrente.

Ma il contributo principale di Mossotti è indubbiamente il suo modello della struttura molecolare della materia, e le conseguenze di tale modello nello spiegarne le proprietà meccaniche, elettriche e otti-

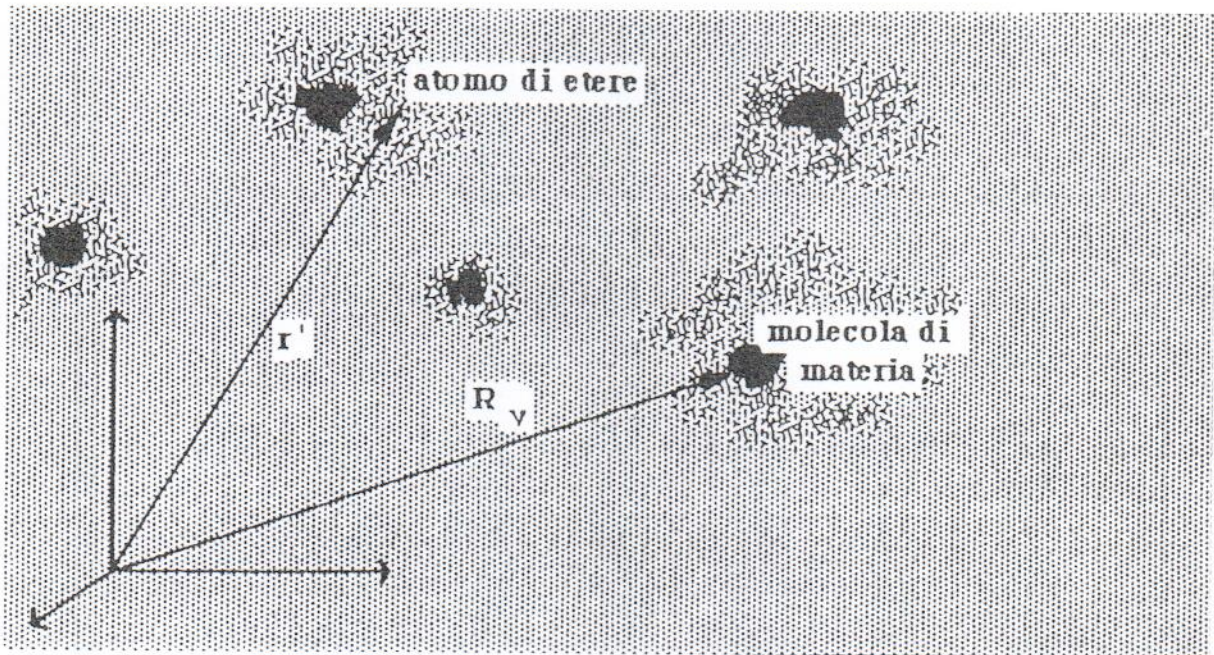
⁶⁷ Z. BICCHIERAI, «Gazzetta di Firenze», 80, 1863. G. POLVANI, *Ottaviano Fabrizio Mossotti*, in «Bollettino storico pisano», XVIII (1949), pp. 50-68.

⁶⁸ O.F. MOSSOTTI, *Scritti*, II, t. II, L. Gabba e G. Polvani (a cura di), Pisa, Domus Galilaeana, 1955.

⁶⁹ CODAZZA, *op.cit.*

⁷⁰ *Elogio di O.F. Mossotti, pronunciato dal professor Salvatore De Benedetti nella inaugurazione del monumento all'illustre scienziato*, Pisa 1867. Si veda anche C. CODEGONE, *Nel primo centenario della morte di O.F. Mossotti*, in «Bollettino Storico per la provincia di Novara», LIV (1963), pp. 1-37.

⁷¹ CODAZZA, *op. cit.*



54. Modello per la materia adottato da Mossotti. Le molecole di materia, individuate dalle posizioni R_v , sono circondate dall'etere, distribuito in modo uniforme lontano da esse e maggiormente addensato nelle regioni vicine; r' indica la posizione del generico atomo di etere.

che. Umberto Barcaro e Giuseppe Grosso hanno recentemente riesaminato il modello di Mossotti della costituzione della materia, e lo hanno trovato di attualità e di interesse ⁷².

Il modello postula che la materia sia costituita di molecole poste a una certa distanza le una dalle altre. A piccola distanza la forza tra esse deve essere repulsiva altrimenti non si spiegherebbe la resistenza alla compressione dei corpi, mentre a distanza maggiore ma ancora microscopica la forza diventa attrattiva, altrimenti la materia non potrebbe essere stabile. Le molecole sono immerse in un fluido, che Mossotti chiama etere, fatto di particelle piccolissime che si respingono fra loro e che invece sono attratte dalle molecole di materia. Non si può fare a meno di pensare in termini moderni agli elettroni (che popolano l'etere di Mossotti) e ai noccioli atomici (nuclei ed elettroni interni) che li attirano. I noccioli atomici fra loro si respingono, perché carichi positivamente, e così gli elettroni dotati di carica negativa; a grande distanza i noccioli si attirano per effetto degli elettroni che li circondano.

Questo modello è molto ardito per le conoscenze del tempo, ed è lecito chiedersi come sia nato. Certamente la concezione di Mossotti dei fluidi elettrici e la matematica di base necessaria per ricavarne le condizioni di equilibrio deve molto all'opera di Poisson, che egli ben conosceva ⁷³. In un certo senso il suo metodo è sulla scia della scuola francese del tempo. Tuttavia la sua concezione che la materia è fatta di molecole è più vicina alle idee di Faraday, la cui raccolta di lavori sull'elettricità in tre volumi appare proprio nel 1839 ⁷⁴. Il modello che collega la stabilità delle molecole all'etere di fluido che le cir-

⁷² U. BARCARO - G. GROSSO, *Il modello di Mossotti per la stabilità della materia*, in *La situazione delle scienze*, cit., pp. 81-107. Si veda anche: M. GRILLI - V. NESI, *O.F. Mossotti e la Fisica molecolare*, 1984. Inoltre E. GIORDANO, *Il ruolo del dielettrico nell'induzione elettrostatica nei lavori di O.F. Mossotti*, in *Atti del Congresso nazionale di storia della Fisica*, Milano 1983, pp. 94-100.

⁷³ P. COSTABEL, *Poisson Simeon-Denis*, in *Dictionary of Scientific Biography*, New York, Scribner's sons, 1980, XV, Suppl., pp. 480-490.

⁷⁴ L. PEARCE WILLIAMS, *Faraday Michel*, in *Dictionary of Scientific Biography*, IV, New York, Scribner's sons, 1980, pp. 527-540.

conda è però un'idea totalmente originale e appare divinatoria ⁷⁵, anche se il fluido elettrico era stato ipotizzato da Franklin.

Mossotti elabora il suo modello con rigore e ricava le equazioni per la densità dell'etere in condizioni di stabilità, mostrando come il problema può essere risolto quando siano note la forma e la densità delle molecole. Calcola poi l'energia potenziale per unità di massa dell'etere dovuta alla repulsione tra gli elettroni e quella dovuta al contributo attrattivo di ogni molecola, e ottiene la condizione di equilibrio su ogni molecola e l'espressione matematica delle forze intermolecolari. Il modello venne utilizzato per spiegare molti fenomeni meccanici, tra cui la tensione superficiale e la capillarità ⁷⁶ e il fenomeno della dispersione delle onde quando attraversano un mezzo materiale ⁷⁷.

Considerando l'etere come un fluido elettrico Mossotti capì con grande anticipo la differenza tra conduttori e dielettrici; i primi non riescono a trattenere il fluido dell'etere attorno alle molecole, i secondi bloccano il fluido attorno ad ogni molecola e in presenza di un campo elettrico producono polarizzazione. L'analogia con il modello attuale di elettroni liberi nei metalli e di elettroni strettamente legati ai noccioli atomici nei dielettrici è assolutamente calzante. La più importante applicazione della teoria di Mossotti si ha nei materiali dielettrici, nei quali un campo elettrico produce forte polarizzazione (rarefazione da una parte delle molecole e addensamento delle cariche dell'etere dall'altra) per effetto di induzione elettrostatica. Mossotti giunge all'espressione fondamentale della forza per unità di carica su una molecola

$$F = 4/3 \pi P,$$

dove P indica la polarizzazione (dipolo elettrico per unità di volume), a sua volta uguale a mN, dove m è il dipolo per molecola e N la densità di molecole. Questa è la forma originale di quella che ancora oggi è nota a tutti gli studenti come «equazione di Clausius-Mossotti», spesso nella forma:

$$\frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2} = \frac{4}{3} \pi \alpha N,$$

quale si ottiene introducendo la polarizzabilità α di ogni molecola e usando la costante dielettrica macroscopica ϵ , definita dalla relazione: $E + 4 \pi P = \epsilon E$, dove E è il campo elettrico medio di Maxwell.

3.5. Carlo Matteucci (1811-1868)

Carlo Matteucci nacque a Forlì il 20 giugno 1811 da Vincenzo e da Chiara Folfi, di nobile famiglia ⁷⁸. Il padre era medico di grande bontà d'animo e più volte aiutò economicamente il figlio all'inizio della sua carriera. Carlo fece i primi studi al ginnasio di Forlì, e poi all'Università di Bologna, dove ebbe per maestro l'Orioli e si laureò in Matematica giovanissimo. A 16 anni pubblicò il suo primo lavoro che attesta i suoi interessi per la Fisica *Sulla influenza dell'elettricità nella formazione delle principali meteore acquee* (Nobili e comp., Bologna, 1827). Di ritorno a Forlì, costruì un piccolo laboratorio in una stanza della sua casa, ma il desiderio di approfondire la sua preparazione lo convinse a chiedere una sovvenzione alla generosità paterna per recarsi a Parigi, che era allora il centro principale per la ricerca fisica, dove insegnavano Poisson, Ampère, Arago, Biot, Becquerel. Gli fu consentito di assistere alle lezioni e

⁷⁵ J.Z. BUCHWALD, *Mossotti O.F.*, in *Dictionary of Scientific Biography*, IX, New York, Scribner's sons, 1980, pp. 547-549.

⁷⁶ O.F. MOSSOTTI, *Dell'azione delle forze molecolari nella produzione dei fenomeni di capillarità*, Milano, Tip. Bernardoni, 1840.

⁷⁷ O.F. MOSSOTTI, *Sulle proprietà degli spettri di Fraunhofer formati dai reticoli ed analisi della luce che somministrano*, Pisa, Nistri, 1845.

⁷⁸ R. FELICI, *Notizie sulla vita e sugli scritti di Carlo Matteucci*, Firenze, Stamperia Reale, 1876.

di collaborare alle esperienze che si svolgevano nel laboratorio della Sorbona, completando alcune ricerche *Sulla decomposizione dei sali metallici per mezzo della pila*, che vennero pubblicate sulle «Annales de Chimie et de Physique». Tornato a Forlì, iniziò ad occuparsi di elettricità animale, e pubblicò un opuscolo dal titolo *Sulla contrazione provata dagli animali all'aprirsi del circuito in cui si trovano*.

Nel 1834, dopo la morte del padre, si recò a Firenze, e ottenne dal marchese Vincenzo Antinori, che era direttore del Museo di Fisica e Storia naturale, di fare esperienze in quel museo. Come scrive il suo biografo Bianchi ⁷⁹: «nella bella Toscana vivevano allora tranquilli molti italiani che per amore di libertà erano cacciati dalla patria loro, e con alcuni di loro Matteucci strinse amicizia, Cosimo Ridolfi, Gino Capponi, Giovan Pietro Vieusseux, e altri della nobile schiera di uomini illustri a cui molto devono la cultura e il risorgimento d'Italia».

I suoi esperimenti del periodo fiorentino riguardano le proprietà elettrochimiche della pila, e in particolare la verifica della legge di Faraday della dissociazione ionica mediante la corrente trasportata, anche nel caso di composti polari più complessi di quelli binari studiati da Faraday. In particolare dimostrò che il lavoro interno all'elettrolito e il lavoro esterno si equivalgono. I lavori sono pubblicati sulle «Annales de Chimie et de Physique». Mancava tuttavia al Matteucci una fonte di sostentamento, e questa gli fu offerta da Mons. Giulio Buoninsegni, di cui già si è parlato, che era allora vicario generale della diocesi di Ravenna. Egli ottenne per Matteucci il posto di chimico farmacista nell'Ospedale di Ferrara. Prima di prendere servizio in quella città il Matteucci ritornò a Parigi e presentò all'Accademia delle Scienze alcuni lavori sulla torpedine, in cui si spiegava come l'organo elettrico che produce la scarica sia comandato dal quarto lobo del cervello e come la scarica produca corrente elettrica uguale a quella di ogni altro tipo di generatore. I lavori vennero apprezzati da una speciale commissione e furono pubblicati tra le memorie degli stranieri dotti ⁸⁰. Anche da Ravenna riuscì ad interessare il mondo scientifico con una memoria sui primi tentativi di curare il tetano con scariche elettriche e un'altra *Sur les phénomènes électriques des animaux*.

I problemi di bioelettricità furono i suoi preferiti per tutta la vita, e ad essi si dedicò anche dopo la sua chiamata alla cattedra di Fisica sperimentale all'Università di Pisa nel 1840, che fu decisa sulla base di una segnalazione al granduca Leopoldo II del più famoso uomo di scienza del suo tempo, il naturalista Alexander von Humboldt ⁸¹.

I suoi lavori principali vennero pubblicati sui «Comptes rendus», quasi a continuare il legame speciale con la cultura scientifica francese, che nella Fisica è ancora vivissimo a Pisa ai giorni nostri. Nel 1844 presentò personalmente una serie di esperimenti sull'elettricità animale a una riunione della Royal Society di Londra, e gli venne assegnato il massimo riconoscimento, la medaglia Capley. In quell'anno venne anche inaugurato il nuovo Istituto di Fisica, che venne ampiamente dotato di modernissima strumentazione, tutta acquistata dal Matteucci, spesso senza avere l'autorizzazione preventiva alla spesa. Più volte venne inutilmente ammonito dagli amministratori, trattandosi di somme considerevoli. Ma egli era persona di ferrei propositi e di grande tenacia e non vedeva ostacoli quando riteneva un'iniziativa utile e importante. Anche per queste doti riuscì a fare della rivista «Il Nuovo Cimento» il più importante veicolo di informazioni della Fisica italiana. Nel 1845 sposò Robinia Young che gli fu compagna per tutta la vita.

Mancando un testo specifico per il corso di Fisica, si pose all'opera e in poco più di due anni pubblicò le *Lezioni di Fisica*, un testo che venne adottato in molte Università e che fu lodato da Macedonio Melloni (1798-1854) e Amedeo Avogadro. Si interessò anche del telegrafo, di recente inventato dal Wheastone; ne mostrò il funzionamento al granduca nella tenuta di San Rossore e lo convinse ad installare una linea telegrafica lungo la strada ferrata tra Livorno e Firenze. Oltre alla cattedra universitaria ebbe perciò la funzione di direttore del telegrafo. Forse per questo incarico, che tenne come ispettore

⁷⁹ N. BIANCHI, *Carlo Matteucci e l'Italia del suo tempo*, Torino, Bocca, 1874.

⁸⁰ F. SCLOPIS, *Notizie sulla vita di Carlo Matteucci*, Torino, Stamperia Reale, 1868.

⁸¹ BIANCHI, *op. cit.* Si veda in particolare la lettera di Leopoldo di Toscana al conte von Humboldt, e per la memoria contro il vitalismo le pp. 46-52.



55. Fotografia di Carlo Matteucci.

anche dopo l'unità d'Italia, studiò le perturbazioni elettriche prodotte dalle aurore boreali sui fili telegrafici e ravvivò i suoi interessi in Geodesia con rilevamenti delle correnti che attraversano la terra nella direzione dei meridiani da sud a nord.

Matteucci ebbe anche un ruolo non trascurabile nelle vicende politiche dei suoi tempi. Liberale saggio e moderato, partecipò alla prima guerra di indipendenza quale inviato del governo toscano presso il corpo di spedizione, con la missione di favorire l'unione della Lombardia agli Stati piemontesi. Le cose andarono diversamente, ed egli si adoperò poi invano per scongiurare l'invasione austriaca della Toscana, recandosi come inviato straordinario alla Dieta di Francoforte. Tutto fu inutile anche per l'estremismo di molti liberali toscani.

Dopo il 1849 riprese i suoi studi all'Istituto di Fisica e nella sua villa fuori città, dove spesso trasferiva le apparecchiature necessarie, alcune delle quali da lui inventate, come il commutatore per rad-drizzare la corrente, ancora esistente presso l'Istituto di Fisica⁸². I suoi esperimenti condussero ad un gran numero di pubblicazioni, alcune sulle riviste francesi precedentemente citate e altre sul «Il Nuovo

⁸² C.A. SEGNINI - R. VERGARA CAFFARELLI, *Antichi strumenti scientifici a Pisa*, Pisa, Giardini, 1989, per il commutatore di Matteucci vedere la descrizione a p. 75.

Cimento» e su riviste minori. Un elenco completo di tutte le pubblicazioni di Carlo Matteucci è riportato nel bel libro di Nicomede Bianchi ⁸³, dove si può anche leggere una dettagliata analisi della corrispondenza che intrattenne con i grandi scienziati del suo tempo, tra cui Faraday, Arago, Humboldt.

Al continuo interesse per i problemi della bioelettricità si aggiunse poi quello per il fenomeno dell'induzione magnetica di corrente elettrica, le cui leggi erano state da poco formulate da Faraday. Egli eseguì esperimenti sulle correnti prodotte in un disco metallico rotante nel campo magnetico di una calamita, verificò la dipendenza delle correnti dalla velocità del disco e determinò le linee di uguale potenziale nel disco per via puramente sperimentale. Evidenziò anche il fenomeno inverso per cui la rotazione di un disco metallico produce un campo magnetico.

È naturale vedere in queste ricerche i presupposti e gli inizi degli studi sperimentali di Riccardo Felici sulla mutua induzione tra correnti elettriche e sul fenomeno dell'induzione elettromagnetica. Tali contributi sono tra i più significativi ottenuti sull'argomento e i lavori di Felici si collocano degnamente tra le opere dei maggiori fisici del tempo (Faraday, Lenz, Weber, Neuman) ⁸⁴. Le ricerche di Matteucci e Felici sull'induzione elettromagnetica sono anche il punto di partenza per la realizzazione del primo convertitore di energia meccanica in energia elettrica da parte del giovane Antonio Pacinotti nel 1859 ⁸⁵. La prima idea di tale realizzazione è in un quaderno giovanile del Pacinotti intitolato *Sogni*, e la descrizione finale del suo anello venne pubblicata su «Il Nuovo Cimento» nel 1864. Ad Antonio Pacinotti si deve quindi la realizzazione della prima dinamo e del primo motore elettrico, anche se il brevetto e lo sviluppo industriale di tali dispositivi sono legati al nome di Zanobio Gramme, e sono successivi al 1869 ⁸⁶.

Nel 1857 fu nominato socio corrispondente dell'Istituto di Francia e negli anni seguenti le vicende politiche lo indussero nuovamente a occuparsi dei destini dello Stato. Come Senatore e come Ispettore generale dei telegrafi italiani, si recò spesso a Torino e, nel 1862, fu nominato dal Re Ministro Segretario di Stato per la Pubblica Istruzione. Era sua aspirazione ordinare tutta l'Istruzione pubblica con una sola legge organica generale, ma dovette accontentarsi di emanare un regolamento (il *Regolamento Matteucci* dell'agosto 1862) preceduto da una bellissima relazione; con tale regolamento tra l'altro si abolivano gli esami unici su più materie e si prescriveva un esame individuale per ogni materia, con evidente beneficio per la serietà degli studi. Suo merito precipuo fu anche quello di avere evitato la soppressione della Scuola Normale Superiore di Pisa, promuovendone il riconoscimento mediante un decreto reale che poi venne convertito in legge ⁸⁷. Era anzi sua intenzione istituire altre Scuole Normali Superiori presso alcune Università allo scopo di favorire la convivenza operosa e l'impegno totale di alunni e docenti, secondo i modelli dell'Ecole Normale francese e dei Collegi inglesi di Oxford e Cambridge. Tale progetto non ebbe attuazione perché prima della fine del 1862 cadde il ministero Rattazzi, e il Matteucci tornò ai suoi studi sperimentali che aveva interrotto per due anni.

Riprese a pubblicare lavori sull'Elettrodinamica, sulle correnti terrestri, e sull'Elettrofisiologia, fino al giorno in cui si ammalò, proprio alla vigilia di un festeggiamento che allievi e amici avevano organizzato per il suo compleanno. Morì il 24 giugno 1868, e venne anch'egli sepolto nel Camposanto monumentale.

Da questa breve storia della sua vita e della sua opera emerge un quadro della sua personalità umana

⁸³ BIANCHI, *op. cit.*, pp. 551-599. Si tratta di 25 libri o opuscoli, 92 comunicazioni alle sedute dell'«Academie des Sciences de Paris», 66 lavori sulle «Annales de Physique», 35 sulle «Archives des Sciences di Ginevra», 23 su «Nouvelle Période», 40 su «Il Nuovo Cimento», 4 sulle «Memorie della Società Italiana dei XL», 21 su «Philosophical Magazine», 5 su vari numeri del *Report of the British Association for the advancement of Science*. Una produzione imponente, anche se, come si usava allora, molti lavori sono traduzioni di altri.

⁸⁴ Si menzionano in particolare i seguenti lavori: R. FELICI, *Saggio di una applicazione del calcolo alle correnti indotte del magnetismo in movimento*, in «Annali Scienze Matematiche e Fisiche», 1853; R. FELICI, *Ricerche sulle leggi della induzione elettrodinamica*, «Il Nuovo Cimento», I (1855), p. 325; R. FELICI, *Raccolta di alcune memorie sulla induzione elettrodinamica*, Pisa, Pieraccini, 1859. Si ringrazia il Prof. Gherardo Alzetta per aver segnalato questi ed altri importanti lavori.

⁸⁵ G. Polvani (a cura di), *Antonio Pacinotti, la vita e l'opera, nel 75° anniversario della realizzazione dell'anello*, Pisa, 1934.

⁸⁶ C.A. SEGNINI, *Personaggi della Scienza: testi-strumenti-immagini*, Pontedera, Bandecchi e Vivaldi, 1995, pp. 54-65.

⁸⁷ TOMASI - SISTOLI PAOLI, *op. cit.*

e scientifica che può essere così sintetizzata, prendendo a prestito alcune espressioni del suo allievo Riccardo Felici: «Era una persona di ferrea volontà, completamente assorbito dal lavoro scientifico e dalle mete che voleva raggiungere; non dedicava alcun tempo a divertimenti, teatri o letture su argomenti lontani dai suoi pensieri dominanti. Il suo modo di trattare era franco e schietto, scevro da forme cerimoniose, qualche volta austero. Non era bello d'aspetto, ma piacente, di alta statura, quasi biondo, pallido il viso che si colorava facilmente nel calore del discorso, occhi cilesti e vivacissimi»⁸⁸. Negli affari politici, per citare lo Sclopis: «Non si riteneva vincolato strettamente alle istruzioni ricevute [...] ma si faceva promotore dei suoi concetti particolari»⁸⁹.

La sua figura scientifica è caratterizzata dalla capacità di affrontare i problemi più importanti del suo tempo scegliendo gli esperimenti opportuni. Il suo stile è assai diverso da quello di Mossotti, perché evita l'uso approfondito dell'Analisi matematica e si basa piuttosto su una disamina ragionata dei dati sperimentali. Questa attitudine a rifuggire dall'uso del modello fisico espresso in forma matematica ha origini lontane, come abbiamo visto nell'introduzione, ma non è una peculiarità della sola Scuola pisana. Per tutto l'Ottocento questa tendenza è presente anche nella Fisica sperimentale tedesca, ed è solo di questo secolo il suo definitivo superamento.

I risultati principali della notevolissima produzione scientifica di Carlo Matteucci possono essere così sintetizzati.

Anzitutto l'aver completamente verificato per ogni tipo di sale a carattere polare (costituito cioè da atomi dotati di carica elettrica, tipo $\text{Na}^+ \text{Cl}^-$) le leggi di Faraday dell'elettrochimica, e aver dimostrato in particolare la validità del principio di conservazione dell'energia in tutti i fenomeni dell'elettrolisi.

L'aver iniziato a Pisa lo studio della corrente elettrica indotta da variazioni di flusso del campo magnetico, proseguito poi con grandi frutti dai suoi allievi e collaboratori (in particolare Felici e Pacinotti).

Infine, ed è forse il suo risultato più originale e significativo, l'aver scoperto un gran numero di leggi che regolano i fenomeni di elettricità animale, tanto che Matteucci può a ragione essere considerato con Leopoldo Nobili (1784-1835) il creatore della moderna elettrofisiologia⁹⁰. In particolare, egli dimostrò che esiste una corrente di demarcazione tra la superficie intatta e la superficie ferita di un muscolo, e tra l'interno e la superficie esterna di un muscolo. Scopri che la causa della corrente nei muscoli è in un processo elettrolitico i cui prodotti si depongono lungo il nervo. Ma la sua più importante scoperta può essere considerata la produzione di corrente elettrica e di contrazione muscolare per effetto di induzione da un muscolo all'altro, anche di animali diversi, dimostrando così per la prima volta quella che in Fisiologia viene definita «contrazione indotta».

È forse interessante notare che le sue ricerche di Fisiologia partivano dal presupposto, da lui esposto in un *Discorso sul metodo razionale scientifico* nel 1835, e allora non completamente condiviso dall'ambiente medico, che le leggi che governano gli organismi viventi siano le stesse leggi che governano tutti gli altri fenomeni naturali. Occorreranno ulteriori scoperte di un secolo dopo, e in particolare la determinazione della configurazione molecolare a doppia elica del DNA, che caratterizza la riproduzione dei caratteri delle cellule viventi, perché questi concetti fossero universalmente accettati e dessero luogo a quella che viene oramai chiamata Biologia molecolare. Di questi sviluppi a buon diritto Carlo Matteucci può essere considerato antesignano.

⁸⁸ FELICI, *op. cit.*

⁸⁹ SCLOPIS, *op. cit.*

⁹⁰ Per un'analisi approfondita dell'opera di Matteucci in elettrofisiologia si veda G. MORUZZI, *L'opera elettrofisiologica di Carlo Matteucci*, in «Physis», IV (1964), pp. 101-140.