

*150<sup>th</sup> Anniversary of the Politecnico di Milano, 1863-2013*  
*PhD School General Course*  
«Tradition and Perspectives of Polytechnic Culture in Europe»

*Scientific Committee*  
Carolina Di Biase, Gabriele Pasqui, Ornella Selvafolta,  
Andrea Silvestri, Ilaria Valente, Daniele Vitale

**Fascicolo 3 – Booklet 3**

*Andrea Silvestri*

Politecnico di Milano

# **Origins and Development of Polytechnic Culture from the Restoration to the early 20<sup>th</sup> Century**

**Origine e sviluppo della cultura politecnica  
dalla Restaurazione ai primi del Novecento.**

**January 29<sup>th</sup>, 2013**

*Applications / Iscrizioni:*

Dott.ssa Costanza Mangione – [costanza.mangione@polimi.it](mailto:costanza.mangione@polimi.it)

*Organization / Organizzazione:*

Laura Balboni, Francesca Florida, Chiara Occhipinti

*La redazione di questo fascicolo è stata curata da  
Francesca Floridia e Chiara Occhipinti, dottoresse di ricerca, e da  
Pilar Guerrieri e Giulia Tacchini, dottorande.*

## Summary / Indice

- 4        **Andrea Silvestri**  
          Short Biography  
          Profilo biografico
- 7        **The new engineering disciplines at the Polytechnic of Milan**  
          *Andrea Silvestri*
- 15       **I nuovi saperi dell'ingegneria al Politecnico di Milano**  
          *Andrea Silvestri*
- 23       **Bibliography / Bibliografia**  
          Main Books and texts by Andrea Silvestri  
          Principali libri e saggi di Andrea Silvestri

## **Andrea Silvestri. Short biography**

Andrea Silvestri obtained his Master Degree in 1966 in Electrical Engineering at Politecnico di Milano with grade 100/100 and honours and gold medal of the Politecnico as the best graduated in Electrical Engineering of the year. Until 1° November 2012 full professor of «Electrical power systems» at Politecnico di Milano. He authored more than 100 papers at national and international level: they deal with different aspects of power system analysis (load flow, short circuit, optimal dispatching safe) for large systems, and have been incorporated in the first Italian treatise. He has carried out research and coordination activities within research contracts with important partnership. He received, for his research, two awards of the *Associazione elettrotecnica ed elettronica italiana* (in 1987 and 1995). Prof. Andrea Silvestri is also director of the journal «AEIT» (the following of the historical «L'Elettrotecnica», 1897) published by the Italian Federation of Elettrotechnics, Electronics, Automation, Information and Telecommunications, and he has been vice director of the journal «Il Politecnico» published by the Politecnico di Milano. He founded the *Centro per la storia dell'ateneo* (CESA), and he was editor of several volumes and catalogue of expositions, author of books and of multimedia products on the history of technical-scientific culture, in particular about the Politecnico di Milano and for the of engineering, scientific and dissemination activities of the famous Italian writer Carlo Emilio Gadda. He represents the Politecnico in the *Commissione musei della conferenza dei rettori delle università italiane*, in the *Centro interuniversitario per la storia delle università Italiane*, and in the relationships with the *Piccolo teatro di Milano* and the *Centro per la cultura d'impresa*. He has been national secretary and responsible in Pavia of the Electrical Power Plants Group within the CNR (National Council of Research) and he is currently responsible in Milano of the local team of the University Group for Electrical Power Systems; he has been local (in Pavia and Milan) and national (in Milan) coordinator for research projects of national interest; he is a member of the board of experts for the evaluation of the national interest research projects. He is the Italian Delegate at CIREN (*Congrès International des Réseaux Electriques de Distribution*). He is a Member of the *Istituto lombardo - Accademia di Scienze e Lettere*; he has been member of the executive office of the *Museo nazionale della scienza e della tecnologia Leonardo da Vinci*; he was one of the founders and he is currently vice president of the *Associazione per la storia della scienza e della tecnica in Italia nell'età dell'industrializzazione*; he is founder and representant of the Politecnico in the *Centro interuniversitario per la diffusione della cultura scientifica e tecnologica*; he is vice president of the *Centro per*

*la cultura l'impresa*; he has been member of the Steering Committee of the *Museo della tecnologia elettrica* of the University of Pavia; he is a member of the *Commissione per la storia dell'ingegneria della conferenza dei presidi di ingegneria*.

## **Andrea Silvestri. Profilo biografico**

Si è laureato con lode e con medaglia d'oro per il miglior laureato elettrotecnico al Politecnico di Milano, dove è stato fino al 1° novembre 2012 professore ordinario di Sistemi elettrici per l'energia. La sua produzione scientifica è documentata da più di 100 lavori pubblicati o presentati in qualificate sedi nazionali e internazionali: essi trattano diversi aspetti della *power system analysis* (*load flow*, cortocircuito, dispacciamento ottimo in sicurezza) per sistemi di grandi dimensioni, e sono stati inseriti nel primo trattato didattico italiano in materia. Negli ultimi anni sta seguendo alcune ricerche, anche attraverso prestigiose collaborazioni industriali, sul processo di liberalizzazione del mercato dell'energia, in relazione ad una revisione metodologica e applicativa dei criteri di pianificazione e gestione dei sistemi elettrici. Attraverso la sua attività scientifica egli ha ottenuto due premi nazionali dell'Associazione elettrotecnica italiana (nel 1987 e nel 1991).

Dirige la rivista «AEIT» (erede della gloriosa «L'elettrotecnica», 1897, dell'Associazione elettrotecnica italiana); ha fatto parte della redazione della rivista «International journal on electric power and energy systems»; è stato presidente di due importanti comitati tecnici del Comitato elettrotecnico italiano (CEI); ha posizioni di responsabilità nell'*EnergyLab*.

I suoi interessi per la storia della tecnica, in particolare dell'elettrotecnica e del Politecnico di Milano, hanno dato luogo all'organizzazione di numerosi convegni, incontri, mostre, alla creazione di collane editoriali («Energia» presso Scheiwiller per Falck, tre titoli; «Piccola biblioteca del Politecnico di Milano», presso Scheiwiller, sette titoli; «Le scintille del Politecnico di Milano», tre titoli) e alla pubblicazione di saggi, volumi, prodotti multimediali. Al Politecnico ha fondato il «Centro per la storia dell'ateneo», che si è occupato del recupero e della valorizzazione di beni librari (per es. la grande Biblioteca storica Montedison acquisita dal Politecnico), archivistici (per es. l'archivio privato di Galileo Ferraris) e museali (per es. le collezioni storiche dell'Istituzione elettrotecnica Carlo Erba).

È stato delegato del Rettore nella Commissione Musei scientifici della Conferenza dei Rettori delle Università italiane (CRUI). Ha tenuto a lungo al Politecnico per la facoltà di Disegno industriale un corso di «Storia della tecnica», e per quella di Ingegneria un corso di «Storia del Politecnico e dell'industrializzazione in Italia». È responsabile di

alcune collaborazioni del Politecnico con vari organismi culturali, per esempio con il «Centro interuniversitario per la storia delle università italiane» (per il quale ha curato un volume sulla storia del Politecnico), il «Centro interuniversitario per la diffusione della cultura scientifica», il «Centro per la Cultura d'Impresa» (di cui è stato vicepresidente); il «Piccolo Teatro di Milano». È stato membro del consiglio d'amministrazione del «Museo nazionale della scienza e della tecnologia Leonardo da Vinci», ha fatto parte dello *Steering committee* del «Museo della tecnologia elettrica» dell'Università di Pavia, ed è socio fondatore e vicepresidente dell'«Associazione per la storia della scienza e della tecnica in Italia nell'età dell'industrializzazione» (ASSTI). Si è occupato in Italia e all'estero di Carlo Emilio Gadda in varie occasioni (congressi, mostre, libri, articoli), con particolare riferimento alla sua formazione di ingegnere «elettricista» e ai suoi scritti di divulgazione tecnico-scientifica (dei quali ha curato l'edizione nelle *Opere di Gadda* per Garzanti). È membro del comitato di direzione dei «Quaderni dell'Ingegnere. Testi e studi gaddiani» fondati da Dante Isella. Fa parte dell'Istituto lombardo - Accademia di Scienze e Lettere, con il quale ha promosso o partecipato alle seguenti iniziative culturali: un convegno (al Politecnico e a Brera) e una mostra (a Brera) su Francesco Brioschi in occasione del centenario della morte; varie forme di celebrazione del centenario della scoperta della pila di Volta, in collaborazione con la Regione Lombardia; un convegno su Carlo Erba; inoltre ha collaborato al II volume della storia dell'Istituto lombardo; è membro della Società storica lombarda (fondata da Cesare Cantù), e dell'Associazione per la Storia dell'ingegneria.

# The new engineering disciplines at the Polytechnic of Milan

by Andrea Silvestri

## 1. Background

Considering the venue of the conference that gave birth to this volume, I like starting by saying that the Royal Technical College of Milan (or Polytechnic as it was immediately renamed, long before earning its official naming in 1937) was set up in 1863 as the other than peaceful yet consistent evolution of the Faculty of Mathematics (the then Faculty of Philosophy) at the University of Pavia<sup>1</sup>, a School chiefly targeting the education and training of civil engineers and architects. Continuity is evidenced by the pool of men who, after graduating from that very Faculty, founded it: Francesco Brioschi and Giuseppe Colombo as the key players as well as Giovanni Codazza, Celeste Clericetti, Archimede Sacchi, Felice Casorati, Luigi Cremona, Luigi Berzolari, Carlo Pasi (I shall refer to other names later on in my lecture), all of them equally committed to pragmatically establish and innovate the relevant disciplines in the new polytechnic facility the establishment of which, at several time intervals, mostly under the efforts led by Antonio Bordonì, had been to no avail attempted in Pavia.

I am not fully convinced, instead, that the history of the Polytechnic be the sole outcome of the intention to set up in Milan «a new, moderate [...] university centre», faced with the «disagreement» and «turmoil» (most tangibly experienced) in place in Pavia, from which the ideals and programs of the Italian Risorgimento<sup>2</sup> (Resurgence)

---

<sup>1</sup> Reference be made, for instance, to the volume *Ingegneri a Pavia tra formazione e professione. Per una storia della Facoltà di Ingegneria nel quarantesimo dalla rifondazione*, edited by Virginio Cantoni, Alessandra Ferraresi, Cisalpino, Milan, 2007, the essays by ALESSANDRA FERRARESI (*Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*) and by ANDREA SILVESTRI (*Dalla Facoltà filosofica, poi matematica, dell'Università di Pavia al Regio Istituto tecnico superiore di Milano*). The first one also deals with the advanced yet incomplete reform projects promoted by Antonio Bordonì (reference to which is made in the present paper); the second highlights the cultural and entrepreneurial initiatives and the technical-scientific institutions that paved the way to the birth of the Polytechnic.

<sup>2</sup> I refer to the documentary show «*Le Università erano vulcani...*». *Studenti e professori di Pavia nel Risorgimento* (Drawing Room of the University of Pavia, 9th February - 30th March 2011) by Marina Tesoro, Arianna Arisi Rota. Below some statements that in my opinion do not reckon with long-term strategy developed over the pre-unification decades and at the heart of the Polytechnic origins (as I have attempted to argue in my paper too). «[...] Cavour was mistrustful of the University of Pavia, which sourced disagreement and turmoil. The idea, thus, paved its way that a new University centre attracting professors and students could be set up in Milan where Mazzini's heritage and Garibaldi's followers were less deep rooted. Moderate-minded people were hired to teach in Pavia like Ruggero Borghi, siding with Rosmini and Manzoni; it is anyway at the Pavia university, a foremost breeding ground and circle of mathematical studies that the right players were identified in view of the Polytechnic project: such as the mathematician Francesco Brioschi (1824-1897), student of

radiated. Instead, Milan too fell under the spell of Garibaldi and Mazzini (Brioschi and Colombo started off as Mazzini advocates<sup>3</sup>, before they turned in favour of Cavour). Nor can we forget that Milan is the city where the great democratic and radical lesson taught by Carlo Cattaneo and his review «Il Politecnico»<sup>4</sup> originated; the project for a Milan-based polytechnic institute had already been outlined by Milanese industrialists and traders (1838), when Ferdinand I was crowned king of the Lombard-Venetian kingdom in Milan and – due to the Lombard manufactures making headways in the direction of the models in place across the Alps – eventually resulted in the innovative Society of Encouragement of Arts and Crafts<sup>5</sup> that (under

---

Borromeo, Mazzini's advocate, arrested during the so-called Five Days and set free by a group of patriots. Brioschi began to teach in Pavia when he was 26 years old, was subsequently appointed Dean of the Faculty of Mathematics and Engineering. Among his most brilliant students Giuseppe Colombo (1836-1921), who fought in 1859 and, later on, in 1866 in Trentino siding with Garibaldi [...] and [...] Luigi Cremona. After joining the right-wing movement, Brioschi was appointed Dean of the Technical College of Milan, later on renamed Polytechnic, the first one to be set up in Italy in 1862. The year after another leading and much debated professor, Giovanni Codazza [...]» joined Brioschi. I remind the reader that the Faculty of Pavia was known as «Mathematics Faculty», and included «Degree courses for engineering-architecture studies» (see A. FERRARESI, *Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*, a copy of the *Articles*, pictures 6 and 7, pp. 104-105, *Progetto degli studi*, picture 8, p. 113 and table 7, p. 114). I wish to clarify, but I shall expand on it in my paper, that the Polytechnic of Milan – addressed by the decree of 13th November 1862 – was officially opened together with the scientific-literary Academy on 29th November 1863; whilst the School of Application for engineers, the so-called Polytechnic of Turin started to run in late 1860: both resulted from the enforcement of the Casati Law (1859) providing for public education. Turning our attention to the show statements, first and foremost in relation to Codazza, shortly before him, in Pavia vs the Polytechnic context – when he was not «debated», indeed «free from blame», talks circulated: in 1859 «some professors suspected to be advocates of the Austrian government, among whom Giovanni Codazza who had joined the 1848 uprising, were involved in an enquiry: defended by the dean [...] and by their colleagues, they were confirmed in office by the higher Counsel of Turin». No mention is made that Codazza, instead, had been even «removed from his office due to his involvement in the revolution vicissitudes» of 1848 (see A. FERRARESI, *Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*, cit.).

<sup>3</sup> In relation to Brioschi, see the work by ALFREDO TURIEL, *La formazione di Francesco Brioschi, in Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, I, *Saggi*, edited by Carlo G. Lacaïta, Andrea Silvestri, Angeli, Milan, 2000 (especially pp. 359-369, dealing with Brioschi's Mazzini-inspired commitment, well beyond the Five Days, at least until winter 1849-1850). As for Colombo, see the preface to CARLO G. LACAÏTA, *Giuseppe Colombo e le origini dell'Italia industriale* in GIUSEPPE COLOMBO, *Industria e politica nella storia d'Italia. Scritti scelti: 1861-1916*, edited by Carlo G. Lacaïta, Cariplo-Laterza, Milano-Bari, 1985 (especially pp. 16-20, detailing Colombo's advocacy of Mazzini up to his deliberate participation to the second war of independence; mention is made of Colombo still visiting Mazzini in London as late as 1862).

<sup>4</sup> See the contribution of CARLO G. LACAÏTA, *Scienza, tecnica e sviluppo: da «Il Politecnico» di Cattaneo al Politecnico di Brioschi*, in the preface to the volume *Da «Il Politecnico» di Cattaneo al Politecnico di Brioschi*, edited by Annamaria Galbani, A. Silvestri, Polytechnic of Milan, Milan, 2003.

<sup>5</sup> See CARLO G. LACAÏTA, *L'intelligenza produttiva. Imprenditori, tecnici e operai nella Società di Incoraggiamento d'Arti e Mestieri di Milano (1838-1988)*, Electa, Milan, 1990.

the guidance of Lombard pioneers of the technical-scientific and entrepreneurial culture) was soon to become a breeding ground of workers, technicians, middle-ranking executives. On the other hand an education reform project promoted by the Lombard Institute of Sciences, Humanities and Arts (Cattaneo himself being the speaker) revolving around the so-called Five Days had already envisaged the creation in the «Milanese scenario»<sup>6</sup> of a Polytechnic Institute pursuing practical and specialized<sup>7</sup> aims to be tuned with the theoretical grassroots education provided in Pavia.

## 2. The innovative character of Milan Polytechnic

2.1 Let us turn our attention to some innovation drivers of the Polytechnic. Even before the new knowledge and disciplines, it is the very structure of the school that made the difference, also compared to the Turin-based application school for engineers «set up in late 1860»<sup>8</sup> as outcome (exactly like in Milan) of the Casati Law of 1859<sup>9</sup>.

If the «students aspiring to become engineers architects»<sup>10</sup> were to attend a three-year course at the Faculty of Mathematics of Pavia, the course held in Milan, aiming at specialization (inspired to the German model widely cherished by Brioschi), equally ran for three years but implied for applicants to have completed a two-year education program in math, physics, etc. at a Math faculty from any university of the kingdom.

2.2 In Turin, instead, specialization would be accomplished over a later two-year program, whilst the extensive grassroots culture (in keeping with the French model) implied the need for students to have attended a three-year degree course in Mathematics. In Milan the emphasis placed on specialization reckoned with the importance of disciplines during the first two preparatory years – it could not have been otherwise when we consider that this request came from a mathematician as

---

<sup>6</sup> See A. FERRARESI, *Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*, cit., p. 107.

<sup>7</sup> See CARLO G. LACAITA, *Il Politecnico di Milano*, preface to *Il Politecnico di Milano 1863-1914*, Electa, Milan, 1981, p. 12.

<sup>8</sup> As Brioschi clarifies in *Della istruzione tecnica superiore in alcuni Stati d'Europa*, in «Perseverance» (26th and 28th September 1863 – two months before the inauguration of Milan Polytechnic): today available for reference in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, III, *Scritti e discorsi*, edited by Carlo G. Lacaíta, Angeli, Milan, 2003, p. 33.

<sup>9</sup> See the first chapter by ILARIA PORCIANI, MAURO MORETTI, *Stato e università: un rapporto stretto. La creazione del sistema universitario nella nuova Italia*, in *Storia delle Università in Italia*, I, edited by Gian Paolo Brizzi, Piero Del Negro, Andrea Romano, Sicania, Messina, 2007.

<sup>10</sup> See A. FERRARESI, *Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*, cit., p. 114.

acclaimed and reputable as Brioschi – yet it aimed at keeping abreast of the «outstanding increase in application of sciences over this century» (as Brioschi himself claimed in relation to the international Polytechnic examples)<sup>11</sup>. It is all the more so when we consider that driven by his tenacity and authoritativeness (due to his office at the ministry of Turin, at the Superior Council of Public Education and, later on, as Senator participating in every decision-making process concerning the university and not only), as well as, be it said, by his authority – which definitely sourced new conflicts with Pavia – in 1875 he succeeded in having the preparatory School of the Polytechnic gain full autonomy from the University by means of a solution that Turin itself – and the other towns to which the Casati Law had been gradually extended – achieved at a much later stage<sup>12</sup>.

**2.3** The second innovation driver of the Milan-based facility – directly ensuing from the first – resides in the implementation of the civil engineering section, namely the one partly taken away from Pavia<sup>13</sup>, as well as of the brand-new section of mechanical engineering so badly advocated by Colombo<sup>14</sup>, which in Turin resulted in an institution (autonomous and subordinate to the ministry of Agriculture, Industry and Commerce vs the ministry of Public Education), namely the Industrial Museum. The above mechanical engineering section was not set up in a venue of time-honored cultural heritage like the University of Pavia but in «scientifically and industrially<sup>15</sup> eventful» Milan. A few years later (1873) it broadened its horizons – in keeping with

---

<sup>11</sup> See F. BRIOSCHI, *Della istruzione tecnica superiore in alcuni Stati d'Europa*, now in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, III, cit., p. 31.

<sup>12</sup> See ANDREA SILVESTRI, *Cultura tecnica e Università in epoca contemporanea*, «History Annals of the Italian universities», 9, 2005.

<sup>13</sup> In Pavia «the University continued to issue degree diplomas until 1863»; later on «the courses were still in place: the first three preparatory years still ran, the first two of which substantially coincided with mathematics and physics with the supplementation of a few specific courses targeting engineers – from two to four – among which ornamental and architectural drawing), whilst the third year coincided with the first year of the School of Application for engineers (eventually shut down in 1915-16)»: abolition having been caused by too small the number of enrolments, at the turn of the century it totaled 5 to 10, in spite of recovery witnessed in the years 1912-1915. Quotes and quantitative data have been drawn from LUISA ERBA, *Dopo la Legge Casati: l'ingegneria all'Università di Pavia (1859-1968)*, in *Ingegneri a Pavia tra formazione e professione*, cit., pp.169-170, p. 181.

<sup>14</sup> In the opening address of *Per il XXV anniversario di fondazione dell'Istituto tecnico superiore di Milano*, Brioschi wrote that the specialization «Mechanical Engineering» [...] was [...] chiefly owed to a man in his own right highly regarded and valued in Milan, my dearest friend and colleague, professor Colombo», (now in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, III, cit., p. 328).

<sup>15</sup> See F. BRIOSCHI, *Della istruzione tecnica superiore in alcuni Stati d'Europa*, now in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, III, cit., p. 32.

the «principle that School was not to outshine Industry»<sup>16</sup> – and became an industrial section extending the scope «to chemical and metallurgical industries» and to the growing interest in «special theoretical and practical electricity-focused education»<sup>17</sup>. I will briefly refer to, since its life only saw the light of the new century, the third section of the newborn Polytechnic, that too took inspiration from the Zurich Polytechnic<sup>18</sup>, the so-called Scuola Normale training the future professors of scientific disciplines for higher education schools, technical match of the contemporary (an additional source of concern for Pavia) scientific-literary Academy which in 1924 gave birth to the Faculty of Humanities and Philosophy at the Università degli Studi of Milan. Nor will I place emphasis on the other, most relevant news introduced two years later (1865), already promised by Brioschi during his opening address<sup>19</sup>, namely the architecture section with the long-awaited response to the «need to connect artistic education with that of applied sciences»<sup>20</sup>, significantly in synergy with the Academy of Brera<sup>21</sup>, Camillo Boito first, and Luca Beltrami at a later stage, which Ornella Selvafolta extensively investigates in her essay found in this same volume.

### 3. New disciplines of industrial engineering

3.1 I now would like to draw your attention to the new disciplines of industrial engineering in Milan (about civil engineering intertwining with architecture, reference be made to Selvafolta's contribution), through a parallel with the Pavia-based faculty of Mathematics and the similar situation in place in Turin. On the eve of Lombardy's annexation to Piedmont and under the urge of the empire-royal government, the *Alma Ticinensis Universitas* housed the new courses on the construction of machines and technology, technical-industrial design, whereas a new

---

<sup>16</sup> Francesco Brioschi's own words in the opening address of *Per il XXV anniversario della fondazione dell'Istituto tecnico superiore di Milano*, now in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, III, cit., p. 331.

<sup>17</sup> *Ibidem*, p. 332.

<sup>18</sup> See ORNELLA SELVAFOLTA, *L'Istituto tecnico superiore di Milano: metodi didattici ed ordinamento interno (1863-1914)*, in *Il Politecnico di Milano: una scuola nella formazione della società industriale, 1863-1914*, Electa, Milano, 1981, pp. 87-118.

<sup>19</sup> In the opening address of *Per l'inaugurazione dell'Accademia scientifico-letteraria e dell'Istituto tecnico superiore di Milano* (29th November 1863), Brioschi states: «Finally [...] on the noble initiative of the Academy of Fine Arts, I hope a special school for civil architects will soon be supplemented», (now in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, III, cit., p. 52)

<sup>20</sup> See GIULIANA RICCI, *Architetti e ingegneri: dalla formazione condivisa ai curricula di studi separati*, in *Ingegneri a Pavia tra formazione e professione*, cit., p. 162.

<sup>21</sup> In the opening address of the *XXV anniversario della fondazione dell'Istituto tecnico superiore di Milano*, p. 329, Brioschi wrote «with the help of my colleagues Boito and Beltrami».

chemistry course for would-be pharmacists was supposed to be conceived of as technological chemistry for engineers in keeping with the model clearly outlined by the Society of Encouragement<sup>22</sup>.

**3.2** Giovanni Codazza<sup>23</sup>, professor of descriptive geometry in Pavia, promoted a new course in Milan, namely technological physics. The discipline<sup>24</sup> had been introduced in Pisa in the Forties of the nineteenth-century as reorganization – originating from experimental physics and theoretical physics – of the disciplines that were the cornerstones of the prestigious Pisa-based Physics School where Luigi Pacinotti, Antonio's father, was one of the professors. Today Codazza's technological physics looks at the traditional chapters of heat, optics, acoustics but the attention paid (which in Pisa was owed to Riccardo Felici and Antonio Pacinotti) to electromagnetic phenomena, the technological applications of which reached their peak in Galileo Ferraris' research and met with success also in later industrial revolution's Italy. A few years later Codazza's discipline moved to the Industrial Museum of Turin, where a new outstanding acceleration was contributed by his student Ferraris. In Milan, however, Technological Physics was taught by another professor, Rinaldo Ferrini, who had graduated in civil engineering and architecture in Pavia and focused attention on *Electricity and Magnetism* (the title – subtitle *Technological Physics* – a book of his published by Hoepli in the Seventies and soon translated in German). But there is more: technological physics was soon to become one of the regular curricula studied across the Kingdom taught by professors who epitomized traces of Pavia-based and/or Polytechnic background. For instance Guido Grassi, graduated in Physics from the Università of Pavia, after working as assistant to Ferrini in Milan, he set up technological physics, first, and electro-technology, afterwards, in Naples; while Moisè Ascoli, son of the great linguist Graziadio Isaia of the scientific-literary Academy, who had also graduated from Physics in Pavia, took over Giuseppe Pisati, who had also completed his education in Pavia<sup>25</sup>, to head the course of Technological Physics.

---

<sup>22</sup> See A. SILVESTRI, *Dalla Facoltà filosofica, poi matematica, dell'Università di Pavia, al Regio Istituto tecnico superiore di Milano*, cit., pp. 202-204

<sup>23</sup> With regard to Codazza, see note 2.

<sup>24</sup> See ANDREA SILVESTRI, *Lo sviluppo dell'elettrotecnica italiana da Antonio Pacinotti a Galileo Ferraris e oltre*, in *Tecnica e spazio pubblico in Italia tra Ottocento e Novecento*, edited by Andrea Ragusa, Lacaita, Manduria-Bari-Rome, 2010, pp. 150-153.

<sup>25</sup> As to prior information, see ANDREA SILVESTRI, *La nascita degli insegnamenti elettrici nelle Università italiane*, in *Storia della tecnica elettrica*, edited by Virginio Cantoni, A. Silvestri, Cisalpino, Milan, 2009.

**3.3** In his articles about «Perseverance», Brioschi raised some constructive criticism against Turin («it is common knowledge that great care is taken of the good functioning» of the School of Turin) not only because the prominent discipline of the three-year degree course was mathematics but also because the study of technical disciplines at the application school spanned two years only: he reported the lack of a paramount «course in hydraulics and water systems<sup>26</sup> and «a course tailored to teaching machine engineering, let alone [...] *Industrial Physics*»<sup>27</sup>. In Italics you shall read the criticized lack of Technological Physics.

Let us turn our attention to machine engineering, another major shortcoming Turin suffered and clearly reported by Brioschi, and even more emphasized by Colombo. Colombo, assistant in Pavia to the new course of applied mechanics, then pioneer in the field of mechanical technologies and machine engineering at the Society of Encouragement and author of the noteworthy Engineer manual on behalf of Hoepli: in Italy Colombo ranks as the inventor of the above disciplines which remarkably distinguish the entire mechanical section, eventually industrial, of the Polytechnic. It is all the more so when we consider that, when asked to run the Industrial Museum of Turin in 1878, Colombo refused not only because he should have «quit teaching» into which he passionately infused his professional experience and expertise («I teach at school the little I've studied and learnt in practice»), but also due to the lack in Turin of «his» chairs of applied mechanics and machine engineering without which it is difficult «growing the Museum into a centre of experimental science»<sup>28</sup>.

**3.4** Let me go back instead to technological physics taught for the first time in post-unification Italy to the students of engineering in Milan with a view to addressing the above mentioned Electro-technology development: it was past 1870 but I necessarily have to refer to it. At the International Electricity Exposition of Paris

---

<sup>26</sup> The reader can tell Brioschi's enthusiasm about hydraulics: both Brioschi chairman of the commission for the study of the hydraulic system of the Po river (1873, after the exceptional, catastrophic flood of fall 1872), the same Commission authored the outstanding maps known as «Tables of the Brioschi Collection» (see the contributions from MARIA CRISTINA TREU, GRAZIELLA SIBRA in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, I, *Saggi*, cit.) Brioschi meticulously studying the floods of the river Tevere in Rome, also within the governmental commission set up following the flood of December 1870 and as speaker to a law bill of 1876 (see the contribution of COSTANTINO FASSÒ in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, I and III, cit., p. 34).

<sup>27</sup> The quotes in the paper are now found in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, III, cit., p. 34.

<sup>28</sup> Quotes have been drawn from a letter Colombo wrote to Sella, dated 15th February 1878 and found in the Archive Sella S. Gerolamo of Biella, see ANDREA SILVESTRI, *Introduzione a L'archivio di Galileo Ferraris*, edited by Raffaella Gobbo, A. Silvestri, Gallo, Vercelli, 1997, pp. 16-17.

held in 1881, where Edison exhibited – as outcome of his own patents – his electric system for the generation, transport and use for incandescent illumination, some of the foremost Italian visitors included Ferraris from Turin and Colombo from Milan. Back in Italy, each of them gave a feedback to the Paris event according to their own inclination: Ferraris, who had attended the exposition as ministry delegate, definitely shifted his physical-technological research in the field of electricity, marked by the subsequent theorization stages of the transformer (after the Italian exposition of Turin of 1884, where Ferraris presided over the international section of electricity), and of the invention of the rotating magnetic field motor<sup>29</sup>; Colombo instead fulfilled his entrepreneurial genius and founded the electric utility Edison, and shortly after (1883) inaugurated the first European power station in Milan, Santa Radegonda<sup>30</sup>, immediately after the power station Edison designed in NY Pearl Street (1882). Few years later (1887) electro-technical courses were simultaneously and autonomously opened in Turin and Milan: one promoted by Ferraris himself and implemented at the Electro-technical college hosted by the Industrial Museum; whilst Milan – significantly setting itself apart from the Technological physics tradition – saw the establishment of the electro-technical college Carlo Erba, promoted and headed by Luigi Zunini, one of the first graduates of the Electro-technical college Montefiore of Liège<sup>31</sup>, which still ranked as the only prestigious European school training electrical engineers. An example of openness to practice, foreign countries and specialization that confirms Brioschi and Colombo's original mark.

---

<sup>29</sup> See *L'archivio di Galileo Ferraris*, cit.

<sup>30</sup> See the preface by CARLO G. LACAITA, in *Industria e politica nella storia d'Italia. Scritti scelti: 1861-1916*.

<sup>31</sup> Founded barely four years (1883) earlier by the senator of Italian origins Georges Montefiore Levi: see data and news (including the analogies between Carlo Erba and Montefiore and the followers of Zunini vs Éric Gérard, first professor of Electro-Technics and Electric Measurement at the Institute of Liège) in PIERO REGOLIOSI, ANDREA SILVESTRI, *L'Istituzione Elettrotecnica Carlo Erba, Il Politecnico di Milano nella storia italiana (1914-1963)*, II, Cariplo-Laterza, Milano-Bari, 1988, pp. 430-431.

# I nuovi saperi dell'ingegneria al Politecnico di Milano

di Andrea Silvestri

## 1. Introduzione

Mi piace premettere – data la sede del convegno che ha dato luogo a questo volume (Università di Pavia) – che il Regio Istituto tecnico superiore di Milano (il Politecnico, come fu chiamato da subito, ben prima della conquista della denominazione ufficiale nel 1937) nasce nel 1863 come evoluzione – magari non pacifica, ma certo su un nucleo di continuità – della Facoltà matematica (già filosofica) dell'Università di Pavia<sup>32</sup>, una scuola prevalentemente tesa alla formazione degli ingegneri civili e degli architetti. Testimoniano la continuità gli uomini stessi che lo fondarono, tutti usciti da quella facoltà, Francesco Brioschi e Giuseppe Colombo *in primis*, ma anche Giovanni Codazza, Celeste Clericetti, Archimede Sacchi, Felice Casorati, Luigi Cremona, Luigi Berzolari, Carlo Pasi (e farò altri nomi nel seguito), tutti egualmente impegnati a trapiantare e a innovare in senso pratico le relative discipline in quella nuova struttura politecnica che a più riprese proprio a Pavia, soprattutto ad opera di Antonio Bordini, si era cercato invano di creare.

Non sono invece del tutto convinto della genesi del Politecnico come esclusivo frutto del proposito di creare a Milano «un nuovo polo universitario [...] moderato», a fronte del «dissenso» e della «turbolenza» (certamente reali) di Pavia, centro di diffusione degli ideali e dei programmi risorgimentali<sup>33</sup>. Invece, anche a Milano agì il

---

<sup>32</sup> Si vedano ad esempio, nel volume *Ingegneri a Pavia tra formazione e professione. Per una storia della Facoltà di Ingegneria nel quarantesimo dalla rifondazione*, a cura di Virginio Cantoni e Alessandra Ferraresi, Cisalpino, Milano, 2007; i saggi di ALESSANDRA FERRARESI (*Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*) e di ANDREA SILVESTRI (*Dalla Facoltà filosofica, poi matematica, dell'Università di Pavia al Regio Istituto tecnico superiore di Milano*). Nel primo si dà anche conto dei progetti di riforma avanzati e non conclusi di Antonio Bordini (ai quali si allude subito dopo qui a testo); nel secondo si evocano tra l'altro le iniziative culturali e imprenditoriali e le istituzioni tecnico-scientifiche che precedettero e prepararono la nascita del Politecnico.

<sup>33</sup> Mi riferisco alla mostra documentaria «*Le Università erano vulcani...*». *Studenti e professori di Pavia nel Risorgimento* (9 febbraio - 30 marzo 2011, Aula di disegno dell'Università di Pavia), a cura di Marina Tesoro e Arianna Arisi Rota. Ecco alcune affermazioni, che secondo me non tengono conto della scelta strategica di lungo periodo, maturata nel corso dei decenni preunitari e alla base dell'origine del Politecnico (come cerco d'argomentare anche a testo). «[...] Cavour è diffidente nei confronti dell'università di Pavia, centro di dissenso e di turbolenza. Matura così l'idea di istituire a Milano, dove la tradizione mazziniana e il richiamo del garibaldinismo appaiono meno forti, un nuovo polo universitario per attrarre docenti e studenti. Inviati intanto a insegnare a Pavia uomini di orientamento moderato come Ruggero Borghi, vicino a Rosmini e a Manzoni, è comunque nell'ateneo ticinese, illustre vivaio e circuito di studi matematici, che si individuano le personalità adatte per l'operazione Politecnico: come il matematico Francesco Brioschi (1824-1897), alunno del Borromeo, già mazziniano, arrestato nelle Cinque Giornate e liberato dai patrioti, che a Pavia ha iniziato a

fascino di Garibaldi e di Mazzini (Brioschi e Colombo esordiscono come mazziniani<sup>34</sup>, prima della svolta filocavouriana). Né si può dimenticare che da Milano proveniva la grande lezione democratica e radicale di Carlo Cattaneo e della sua rivista «Il Politecnico»;<sup>35</sup> e che il progetto di un'istituzione politecnica a Milano era già stato prospettato da industriali e commercianti milanesi (1838) in occasione dell'incoronazione milanese di Ferdinando I a re del Lombardo-Veneto, traducendosi invece – per l'avanzamento delle manifatture lombarde verso i modelli d'oltralpe – nell'innovativa Società di Incoraggiamento d'arti e mestieri<sup>36</sup>, che presto diventa (sotto la guida di pionieri della cultura tecnico-scientifica e imprenditoriale lombarda) fucina di operai, tecnici, quadri intermedi. Del resto un progetto di

---

insegnare a soli 26 anni, ora preside della Facoltà di Matematica e di Ingegneria. Tra i suoi allievi più promettenti Giuseppe Colombo (1836-1921), che combatte nel 1859 e poi nel 1866 nel trentino con Garibaldi [...] e [...] Luigi Cremona. Approdato nelle file della Destra storica, Brioschi diventerà Rettore dell'Istituto tecnico superiore di Milano, poi denominato Politecnico, il primo in Italia, creato nel 1862. L'anno dopo vi giungerà anche un altro autorevole e discusso docente, Giovanni Codazza [...]. Richiamo che la Facoltà di Pavia si chiamava «Facoltà matematica», e includeva gli «Studi per gli aspiranti al dottorato negli studi d'ingegnere architetto» (si vedano in A. FERRARESI, *Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*, i fac-simile dello *Statuto*, Figg. 6 e 7, pp. 104-105, e del *Progetto degli studi*, Fig. 8 a p. 113 e Tab. 7 a p. 114). E preciso, ma su ciò ritornerò a testo, che il Politecnico di Milano – oggetto del decreto istitutivo del 13 novembre 1862 – è inaugurato pubblicamente, insieme all'Accademia scientifico-letteraria, il 29 novembre 1863; mentre già alla fine del 1860 era partita la Scuola di Applicazione per gli Ingegneri, il cosiddetto Politecnico di Torino: l'uno e l'altro in attuazione della Legge Casati sulla pubblica istruzione del 1859. Riprendendo le affermazioni della mostra, in particolare su Codazza, poco prima, in contesto pavese e non politecnico, di lui – qui non ancora personaggio «discusso» ma anzi «scagionato» – si dice: nel 1859 «alcuni professori sospettati come filoaustriaci, tra i quali Giovanni Codazza che pure aveva partecipato al 1848, sono sottoposti a inchiesta: difesi dal rettore [...] e dai colleghi, verranno riconfermati al loro posto dal Consiglio superiore di Torino». E si sorvola sul fatto che Codazza invece era addirittura stato «sospeso dall'insegnamento per il suo coinvolgimento nelle vicende rivoluzionarie» del 1848 (cfr. A. FERRARESI, *Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*, cit.).

<sup>34</sup> Per Brioschi, cfr. il lavoro di ALFREDO TURIEL, *La formazione di Francesco Brioschi*, in *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, vol 1, *I Saggi*, a cura di Carlo G. Lacaita, Andrea Silvestri, Angeli, Milano, 2000 (soprattutto alle pp. 359-369, che documentano l'impegno mazziniano di Brioschi, ben oltre le Cinque Giornate, almeno fino all'inverno 1849-1850). Per Colombo, cfr. la prefazione di CARLO G. LACAITA, *Giuseppe Colombo e le origini dell'Italia industriale* al volume a sua cura: GIUSEPPE COLOMBO, *Industria e politica nella storia d'Italia. Scritti scelti: 1861-1916*, Cariplo-Laterza, Milano-Bari, 1985 (in particolare alle pp. 16-20, dove si motiva l'adesione di Colombo al mazzinianesimo fino alla sua partecipazione volontaria alla seconda guerra d'indipendenza, ma si cita la visita di Colombo a Mazzini a Londra ancora nel 1862).

<sup>35</sup> Cfr. il contributo di CARLO G. LACAITA, *Scienza, tecnica e sviluppo: da «Il Politecnico» di Cattaneo al Politecnico di Brioschi* in apertura del volume *Da «Il Politecnico» di Cattaneo al Politecnico di Brioschi*, a cura di Annamaria Galbani, Andrea Silvestri, Politecnico di Milano, Milano, 2003.

<sup>36</sup> Cfr. CARLO G. LACAITA, *L'intelligenza produttiva. Imprenditori, tecnici e operai nella Società di Incoraggiamento d'Arti e Mestieri di Milano (1838-1988)*, Electa, Milano, 1990.

riforma scolastica promosso dall'Istituto lombardo di scienze lettere ed arti (relatore lo stesso Cattaneo) intorno alle Cinque Giornate aveva già previsto di attivare nel «contesto milanese»<sup>37</sup> un istituto politecnico di finalità pratiche e specialistiche<sup>38</sup> da coordinare con la formazione teorica di base fornita a Pavia.

## 2. L'innovatività della struttura del Politecnico di Milano

2.1 Veniamo a qualche schematico elemento di novità del Politecnico. Ancora prima dei nuovi saperi, è la struttura stessa della scuola che segna la differenza, anche rispetto alla Scuola di applicazione per gli Ingegneri di Torino, «aperta sul finire del 1860»<sup>39</sup> sulla base (come a Milano) della Legge Casati del 1859<sup>40</sup>.

A fronte dei tre anni complessivi che nella facoltà matematica di Pavia erano previsti per gli «aspiranti al dottorato negli studi di ingegnere architetto»<sup>41</sup>, il corso di studi di Milano, proteso verso la specializzazione (secondo il modello tedesco caro a Brioschi), ha durata triennale, ma con a monte la formazione matematica, fisica ecc. di base fornita nei primi due anni di una facoltà matematica in qualsiasi università del Regno.

2.2 A Torino invece la specializzazione si dava nel secondo biennio, e la più approfondita cultura di base (secondo il modello francese) doveva presupporre la laurea, triennale, in matematica. Quest'insistenza per la specializzazione a Milano non sottovalutava l'importanza delle discipline del biennio preparatorio – non poteva essere diversamente da parte di un matematico di chiara fama come Brioschi – ma voleva tener dietro «all'aumentarsi prodigioso delle applicazioni delle scienze in questo secolo» (parole di Brioschi stesso a proposito degli esempi politecnici internazionali)<sup>42</sup>. Tant'è vero che Brioschi, caparbiamente, autorevolmente (data la sua posizione al ministero di Torino, al Consiglio superiore della pubblica Istruzione, e poi nel suo ruolo di Senatore onnipotente in qualsiasi decisione riguardasse

---

<sup>37</sup> Cfr. A. FERRARESI, *Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*, cit., p. 107.

<sup>38</sup> Cfr. CARLO G. LACAITA, *Il Politecnico di Milano*, in *Il Politecnico di Milano: una scuola nella formazione della società industriale, 1863-1914*, Electa, Milano, 1981, p. 12.

<sup>39</sup> Così precisa Brioschi in *Della istruzione tecnica superiore in alcuni Stati d'Europa*, sulla «Perseveranza» del 26 e 28 settembre 1863 (due mesi prima dell'inaugurazione del Politecnico milanese): ora si leggono in *Francesco Brioschi e il suo tempo 1824-1897*, vol. 3, *Scritti e discorsi*, a cura di Carlo G. Lacaita, Angeli, Milano, 2003 (qui la cit. è a p. 33).

<sup>40</sup> Cfr. il primo capitolo di ILARIA PORCIANI, MAURO MORETTI, *Stato e università: un rapporto stretto. La creazione del sistema universitario nella nuova Italia*, in *Storia delle Università in Italia*, I, a cura di Gian Paolo Brizzi, Piero Del Negro, Andrea Romano, Sicania, Messina, 2007.

<sup>41</sup> Cfr. A. FERRARESI, *Dalla Facoltà filosofica alla Facoltà matematica*, cit., p. 114.

<sup>42</sup> Cfr. F. BRIOSCHI, *Della istruzione tecnica superiore in alcuni stati d'Europa*, ora a p. 31 del III vol. di *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, cit.

l'università e non solo), e si dica pure autoritariamente – certo con nuovi motivi di attrito con Pavia – nel 1875 riuscirà a ottenere la Scuola preparatoria del Politecnico autonoma dalle università, con una soluzione che a Torino stessa – e anche nelle altre sedi alle quali via via la Legge Casati era stata estesa – tarderà ad arrivare<sup>43</sup>.

**2.3** Il secondo punto di novità della struttura milanese – conseguenza del primo – è l'avvio non solo della sezione degli ingegneri civili, quella in definitiva sottratta più o meno parzialmente a Pavia<sup>44</sup>, ma anche quella nuovissima degli ingegneri meccanici, fortemente voluta da Colombo<sup>45</sup> e che a Torino si tradurrà in un'istituzione (autonoma e legata non al Ministero della Istruzione pubblica ma a quello di Agricoltura, industria e commercio), il Museo industriale. Questa sezione meccanica, innervata non in una sede di antica tradizione culturale come l'Università di Pavia, ma in una città come Milano ricca invece di «movimento scientifico ed industriale»<sup>46</sup>, dopo qualche anno (1873) avrebbe allargato il tiro – sempre secondo la «massima di non fare precedere la scuola alla industria»<sup>47</sup> – diventando sezione industriale per estendere l'etichetta «alle industrie chimiche ed alle metallurgiche» e al crescente interesse per «insegnamenti speciali teorico e pratico relativi alla elettricità»<sup>48</sup>. Accenno solo, perché la sua vita valicò di non molto il nuovo secolo, alla terza sezione del neonato Politecnico, anche questa sull'esempio del Politecnico di

---

<sup>43</sup> Cfr. ANDREA SILVESTRI, *Cultura tecnica e università in epoca contemporanea*, «Annali di storia delle università italiane», 9, 2005.

<sup>44</sup> A Pavia «l'Università continuava a conferire diplomi di laurea fino al 1863»; successivamente «i corsi non cessavano: veniva lasciato il triennio preparatorio di cui i primi due anni coincidevano sostanzialmente con quelli di matematica e fisica (con l'aggiunta di alcuni corsi specifici per gli ingegneri – da due a quattro – tra i quali Disegno d'Ornato e d'Architettura), mentre il terzo anno consisteva nel primo anno della Scuola di Applicazione per Ingegneri (che verrà soppressa nel 1915-16)»: la soppressione era causata da un numero di iscritti che nel nuovo secolo vedeva poche unità, da 5 a 10, nonostante una ripresa proprio negli anni 1912-1915. Le citazioni che precedono, e i dati quantitativi riassunti provengono da LUISA ERBA, *Dopo la Legge Casati: l'ingegneria all'Università di Pavia (1859-1968)*, in *Ingegneri a Pavia tra formazione e professione*, cit., pp.169-170 e Tab. 1 a p. 181.

<sup>45</sup> Nel discorso *Per il XXV anniversario di fondazione dell'Istituto tecnico superiore di Milano* (ora riprodotto nel III vol. di *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, cit., Brioschi scrive che il merito dell'indirizzo degli «Ingegneri meccanici [...] fu [...] specialmente per opera di un uomo, che Milano giustamente apprezza ed onora, per opera del mio carissimo amico e collega il prof. Colombo» (p. 328).

<sup>46</sup> Cfr. F. BRIOSCHI, *Della istruzione tecnica superiore in alcuni Stati d'Europa*, ora a p. 32 del III vol. di *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, cit.

<sup>47</sup> Così F. BRIOSCHI nel discorso *Per il XXV anniversario della fondazione dell'Istituto tecnico superiore di Milano*, ora nel III vol. di *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, cit., p. 331.

<sup>48</sup> *Ibidem*, p. 332.

Zurigo<sup>49</sup>, la scuola normale per formare i futuri docenti di discipline scientifiche per le scuole di istruzione secondaria, *pendant* tecnico della coeva (altro cruccio pavese) Accademia scientifico-letteraria, che darà luogo nel 1924 alla Facoltà di Lettere e filosofia della Università degli Studi di Milano. Né insisto sull'altra, rilevantissima novità di due anni successiva (1865), ma già promessa da Brioschi nel discorso inaugurale<sup>50</sup>, la sezione degli architetti con la lungamente auspicata risposta alla «necessità di collegare agli insegnamenti artistici quelli delle scienze applicate»<sup>51</sup>, con la determinante sinergia dell'Accademia di Brera<sup>52</sup> e di Camillo Boito, e poi anche di Luca Beltrami, perché di tutto ciò tratterà in questo stesso volume il saggio di Ornella Selvafolta.

### 3. Nuove discipline dell'ingegneria industriale

3.1 Qualche considerazione, adesso, sulle nuove discipline dell'ingegneria industriale a Milano (su quella civile, intrecciata all'architettura, si veda pure il contributo della Selvafolta), ancora in raffronto alla situazione della Facoltà matematica pavese, e all'omologo percorso torinese. Nell'*Alma ticinensis universitas*, sotto lo stimolo dell'imperial-regio governo, alla vigilia dell'annessione della Lombardia al Piemonte, partono i nuovi corsi di Scienza della costruzione delle macchine e di tecnologia, Disegno tecnico-industriale, mentre un altro nuovo insegnamento di Chimica per gli aspiranti farmacisti dovrebbe avere la prospettiva di una chimica tecnologica per gli ingegneri secondo l'esplicito modello della Società di incoraggiamento<sup>53</sup>.

3.2 Giovanni Codazza<sup>54</sup>, che a Pavia insegnava Geometria descrittiva, a Milano impianta invece un nuovo insegnamento, la Fisica tecnologica. La disciplina<sup>55</sup> era

---

<sup>49</sup> Cfr. ORNELLA SELVAFOLTA, *L'Istituto tecnico superiore di Milano: metodi didattici ed ordinamento interno (1863-1914)*, in *Il Politecnico di Milano: una scuola nella formazione della società industriale, 1863-1914*, Electa, Milano, 1981, pp. 87-118.

<sup>50</sup> Nel discorso *Per l'inaugurazione dell'Accademia scientifico-letteraria e dell'Istituto tecnico superiore di Milano* (29 novembre 1863), ora nel III vol. di *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, cit., Brioschi dice: «Infine [...] per nobile iniziativa dell'Accademia di belle arti spero possa aggiungersi in breve una scuola speciale per gli architetti civili» (p. 52).

<sup>51</sup> Cfr. GIULIANA RICCI, *Architetti e ingegneri: dalla formazione condivisa ai curricula di studi separati in Ingegneri a Pavia tra formazione e professione*, cit., p.162.

<sup>52</sup> Brioschi scrive «coll'aiuto dei colleghi Boito e Beltrami» nel discorso *Per il XXV anniversario della fondazione dell'Istituto tecnico superiore di Milano*, p. 329.

<sup>53</sup> Cfr. A. SILVESTRI, *Dalla Facoltà filosofica, poi matematica, dell'Università di Pavia, al Regio Istituto tecnico superiore di Milano*, cit., pp. 202-204

<sup>54</sup> A proposito di Codazza, cfr. qui la nota 2.

nata a Pisa negli anni quaranta dell'Ottocento come riorganizzazione – a partire dalla fisica sperimentale e dalla fisica teorica – delle discipline cardine della prestigiosa scuola fisica pisana, essendone docente Luigi Pacinotti padre di Antonio. Adesso la Fisica tecnologica di Codazza guarda sì ai capitoli tradizionali del calore, dell'ottica, dell'acustica, ma con quell'attenzione (che a Pisa era stata di Riccardo Felici e di Antonio Pacinotti) per i fenomeni elettromagnetici, le cui applicazioni appunto tecnologiche troveranno un culmine nelle ricerche di Galileo Ferraris e nel conseguente successo anche nel nostro Paese della seconda rivoluzione industriale. L'insegnamento di Codazza dopo non molti anni si sposta al Museo industriale di Torino, dove avrà una nuova vertiginosa accelerazione proprio con il suo allievo Ferraris. Ma la Fisica tecnologica a Milano continuerà con un altro docente che si era laureato ingegnere civile e architetto a Pavia, Rinaldo Ferrini, il quale accentuerà l'attenzione per *Elettricità e Magnetismo* (è il titolo – sottotitolo *Fisica Tecnologica* – di un suo volume Hoepli degli anni settanta presto tradotto in tedesco). Non solo: ma la Fisica tecnologica si estenderà rapidamente ai programmi di studio in tutto il Regno, e con presenza di docenti che conservano tracce della formazione pavese e / o politecnica. Per esempio Guido Grassi, laureato in fisica a Pavia, dopo esser stato assistente di Ferrini a Milano, impianta a Napoli la Fisica tecnica, e poi l'elettrotecnica; mentre Moisè Ascoli, figlio del grande linguista Graziadio Isaia dell'Accademia scientifico-letteraria, si era pure laureato in fisica a Pavia, e a Roma succederà sul corso di Fisica tecnica a Giuseppe Pisati, in realtà un altro pavese<sup>56</sup>.

**3.3** Brioschi, nei citati articoli sulla «Perseveranza», quanto a Torino invece non risparmia critiche sia pur costruttive («conosciamo con quanto amore [si] attende al buon andamento» della scuola di Torino) non solo per la prevalenza degli studi di base nella laurea triennale in matematica premessa alle specializzazioni, ma anche per la compressione in due anni di scuola d'applicazione delle più specifiche e pratiche discipline tecniche: tra le quali inoltre mancano il qualificante «insegnamento speciale di idraulica e di condotta delle acque»<sup>57</sup> e «un insegnamento

---

<sup>55</sup> Cfr. ANDREA SILVESTRI, *Lo sviluppo dell'elettrotecnica italiana da Antonio Pacinotti a Galileo Ferraris e oltre*, in *Tecnica e spazio pubblico in Italia tra Ottocento e Novecento*, a cura di Andrea Ragusa, Lacaia, Manduria-Bari-Roma, 2010, in particolare alle pp. 150-153.

<sup>56</sup> Su tutto quanto precede, cfr. ANDREA SILVESTRI, *La nascita degli insegnamenti elettrici nelle Università italiane*, in *Storia della tecnica elettrica*, a cura di Virginio Cantoni, A. Silvestri, Cisalpino, Milano, 2009.

<sup>57</sup> Qui si sente il Brioschi cultore di idraulica: sia il Brioschi presidente della Commissione per lo studio del regime idraulico del Po (1873, dopo l'eccezionale e disastrosa piena dell'autunno 1872), Commissione dalle quale uscirono tra l'altro le splendide mappe note come «Tavole della Collezione Brioschi»; cfr. i contributi di MARIA CRISTINA TREU e di GRAZIELLA SIBRA nel I vol., *Saggi*, di Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897), cit.; sia il Brioschi studioso delle inondazioni del Tevere in Roma,

speciale di costruzione di macchine, e [...] quello di *fisica industriale*»<sup>58</sup>. Ecco (evidenziata dal mio corsivo) la lamentata assenza della Fisica tecnica.

Veniamo alla costruzione di macchine, altra lacuna di Torino che abbiamo sentito segnalata da Brioschi, e – vedremo – ancor più e *pour cause* enfatizzata da Colombo. Colombo, già assistente a Pavia della nuova disciplina di Meccanica applicata, poi innovatore nel campo delle tecnologie meccaniche e del disegno di macchine alla Società di incoraggiamento, e autore per Hoepli del memorabile *Manuale dell'ingegnere*: Colombo si può dire l'inventore in Italia delle suddette discipline, che connotano in modo determinante l'intera sezione meccanica poi industriale del Politecnico. A tal punto che, quando Colombo riceve nel 1878 la proposta di andare a dirigere a Torino il Museo industriale, rifiuta non solo perché dovrebbe «lasciare l'insegnamento» in cui amava appassionatamente travasare la propria esperienza professionale («quel poco che ho studiato e che ho appreso nella pratica, io l'insegno nella scuola»), ma anche per l'assenza a Torino delle «sue» cattedre di meccanica applicata e di costruzione di macchine, senza le quali è difficile «fare del Museo un centro di scienza sperimentale»<sup>59</sup>.

**3.4** Ma torno invece alla Fisica tecnologica, insegnata – ripeto – per la prima volta nell'Italia postunitaria agli allievi ingegneri di Milano, per riprenderne il già accennato sviluppo nell'Elettrotecnica: siamo oltre il 1870, ma non si può chiudere senza farne cenno. All'Esposizione internazionale di elettricità a Parigi nel 1881, quella in cui Edison espone – tutto frutto di propri brevetti – il suo sistema elettrico di generazione, trasporto e utilizzazione per illuminazione ad incandescenza, tra i visitatori italiani d'eccezione ci sono Ferraris di Torino e Colombo di Milano. I quali, tornati in Italia, danno seguito alle impressioni ricevute a Parigi, ciascuno secondo la propria personale inclinazione: Ferraris, che era presente a Parigi come delegato ministeriale all'Esposizione, sposta le sue ricerche fisico-tecnologiche decisamente in campo elettrico, con le successive fondamentali tappe della teorizzazione del trasformatore (dopo l'Esposizione generale italiana di Torino nel 1884, dove Ferraris presiedeva la sezione internazionale di elettricità), e poi dell'invenzione del motore a

---

anche all'interno della Commissione governativa nominata dopo l'inondazione del dicembre 1870 e come relatore di un pertinente progetto di Legge del 1876 (cfr. il contributo di COSTANTINO FASSÒ nel sopra citato I vol. e le riproposte della suddetta relazione al Senato nel III vol.). Le citazioni a testo immediatamente precedenti si leggono ora nel sopra menzionato III vol., p. 34.

<sup>58</sup> Le citazioni a testo immediatamente precedenti si leggono ora nel sopra citato III vol., p. 34.

<sup>59</sup> Le citazioni provengono da una lettera di Colombo a Sella, datata 15 febbraio 1878 e contenuta nell'Archivio Sella S. Gerolamo di Biella (cfr. ANDREA SILVESTRI, *Introduzione a L'archivio di Galileo Ferraris*, a cura di Raffaella Gobbo, A. Silvestri, Gallo, Vercelli, 1997, pp. 16-17).

campo magnetico rotante<sup>60</sup>; Colombo invece asseconda il suo genio imprenditoriale e fonda la società elettrica Edison, e di lì a pochissimo (1883) inaugura a Milano la prima centrale elettrica europea, Santa Radegonda<sup>61</sup>, successiva solo a quella progettata da Edison in Pearl Street a New York (1882). Non molti anni dopo (1887) a Torino e a Milano, contemporaneamente e indipendentemente, si avviano dei corsi di elettrotecnica: da una parte ad opera di Ferraris stesso, all'interno della Scuola superiore di elettrotecnica che crea al Museo industriale; mentre a Milano – con significativa discontinuità rispetto al filone della Fisica tecnologica – nascerà l'Istituzione elettrotecnica Carlo Erba, avviata e diretta a lungo da Luigi Zunini, uno dei primi laureati dell'Istituto elettrotecnico Montefiore di Liegi<sup>62</sup>, che era ancora la sola prestigiosa sede europea da cui uscissero direttamente ingegneri elettricisti. Un'apertura verso la pratica, verso l'estero, e verso la specializzazione che vede confermata l'impronta originaria di Brioschi e di Colombo.

---

<sup>60</sup> Cfr. ancora *L'archivio di Galileo Ferraris*, cit.

<sup>61</sup> Cfr. ancora la prefazione di CARLO G. LACAITA, in G. COLOMBO, *Industria e politica nella storia d'Italia. Scritti scelti: 1861-1916*, cit.

<sup>62</sup> Fondato solo quattro anni (1883) prima dal senatore di origine italiana, Georges Montefiore Levi: cfr. dati e notizie (incluse le analogie tra Carlo Erba e Montefiore, e il discepolato di Zunini rispetto a Éric Gérard, primo professore di elettrotecnica e misure elettriche all'Istituto di Liegi) in PIERO REGOLIOSI, ANDREA SILVESTRI, *L'Istituzione Elettrotecnica Carlo Erba*, nel secondo dei due volumi de *Il Politecnico di Milano nella storia italiana (1914-1963)*, Cariplo-Laterza, Milano-Bari, 1988, pp. 430-431.

## **Bibliography / Bibliografia**

### **Main Books and Texts by Andrea Silvestri**

#### **Principali libri e saggi di Andrea Silvestri**

- *Opere di Carlo Emilio Gadda*, a cura di / edited by Dante Isella, con / with *Scritti di divulgazione tecnica*, a cura di / edited by A. Silvestri, Garzanti, Milano, 1993.
- *Per Gadda: il Politecnico di Milano*, a cura di / edited by A. Silvestri, All'insegna del pesce d'oro, Milano, 1994.
- *Il ruolo del Politecnico di Milano nel periodo della Liberazione*, a cura di / edited by A. Silvestri, All'insegna del pesce d'oro, Milano, 1996.
- *Per ricordare e conoscere: dai laboratori e dagli archivi del Politecnico*, a cura di / edited by A. Silvestri, All'insegna del pesce d'oro, Milano, 1996.
- *Galileo Ferraris e l'AEI. Uomini e sodalizi della scienza elettrica*, a cura di / edited by A. Silvestri, All'insegna del pesce d'oro, Milano, 1997.
- *L'archivio di Galileo Ferraris*, vol. 1, *Corrispondenza-Inventario*, a cura di Raffaella Gobbo, A. Silvestri, Gallo Arti Grafiche, Vercelli, 1997.
- *Il centenario dell'AEI e Galileo Ferraris*, a cura di / edited by A. Silvestri, AEI, Torino, 1997.
- *L'immaginario dell'elettricità*, a cura di / edited by A. Silvestri, introd. di / foreword by Alberto Falck ; prefazione di / preface by Adriano De Maio, Libri Scheiwiller, Milano, 1999.
- *Immagini culturali dell'energia: fino alla seconda rivoluzione industriale*, a cura di / edited by A. Silvestri, introd. di / foreword by Alberto Falck; prefazione di / preface by Cesare Segre, Libri Scheiwiller, Milano, 2000.
- *Nella biblioteca di Carlo Emilio Gadda*, a cura di / edited by Dante Isella, Libri Scheiwiller, Milano, 2000.
- *Francesco Brioschi e il suo tempo (1824-1897)*, 3 voll.; vol. 1, *I saggi*, a cura di / edited by Carlo G. Lacaita, A. Silvestri, Angeli, Milano 2000; vol. 2, *Inventari*, a cura di / edited by Cristina Bonaiuti, Daniela Franchetti, Patrizia Papagna, Paolo Pozzi, Angeli, Milano 2001; vol. 3, *Scritti e discorsi*, a cura di / edited by Carlo G. Lacaita, Angeli, Milano 2003.
- *Energia luce movimento: le collezioni storiche del Dipartimento di Elettrotecnica*, a cura di / edited by A. Silvestri, Politecnico di Milano, Milano, 2002.
- A. SILVESTRI, CARLO G. LACAITA, ANNAMARIA GALBANI, *Da «Il Politecnico» di Cattaneo al Politecnico di Brioschi*, Politecnico di Milano, Milano, 2003.

- *Foto di gruppo 1865-1939*, a cura di / edited by A. Silvestri, Galbani Annamaria, Politecnico di Milano, Milano, 2005.
- A. SILVESTRI, *Studi sulla storia del Politecnico*, «Annali di Storia delle Università Italiane», 12, 2008.
- *Storia della tecnica elettrica*, a cura di / edited by A. Silvestri, Virginio Cantoni, Cisalpino, Milano, 2009.
- A. SILVESTRI, *La cultura politecnica e l'industria*, in *L'industria nei 150 anni dell'Italia unita. Paradigmi e protagonisti*, a cura di / edited by Alberto Quadrio Curzio, Marco Fortis, Il Mulino, Bologna, 2012.
- A. SILVESTRI, *I saperi dell'ingegneria al Politecnico di Milano*, in *Le Università e l'Unità d'Italia (1848-1870)*, a cura di / edited by Alessandra Ferraresi, Elisa Signori, CLUEB, Bologna, 2012.
- A. SILVESTRI, *Ancor prima dell'Unità, la Legge Casati e l'istruzione tecnica*, in «Archivio Storico Lombardo», XVII, 2012.
- A. SILVESTRI, *Il contributo [di Sella] al Regio Istituto Tecnico Superiore di Milano*, convegno dell'Accademia dei Lincei / convention of Accademia dei Lincei, *Quintino Sella scienziato e statista per l'Unità d'Italia* (5-6 dicembre / december 2011), in corso di pubblicazione / in course of publication.