

Università degli Studi di Torino
Scuola di Dottorato in Scienza ed Alta Tecnologia



Verso un Museo integrato di Fisica in Piemonte:
il Museo di Fisica dell'Università di Torino e gli antichi Gabinetti
di fisica dei licei delle province di Torino e Cuneo

Dottoranda: Marta Rinaudo

Università degli Studi di Torino
Scuola di Dottorato in Scienza ed Alta Tecnologia

Indirizzo di Fisica ed Astrofisica (XXXII ciclo)

Verso un Museo integrato di Fisica in Piemonte:
il Museo di Fisica dell'Università di Torino e gli antichi Gabinetti
di fisica dei licei delle province di Torino e Cuneo

Dottoranda: Marta Rinaudo

Tutors: Matteo Leone, Daniela Marocchi

Indice

Introduzione	7
1 L'Istituto di Fisica dell'Università di Torino	13
1.1 Nascita dell'Università di Torino	13
1.2 La Fisica all'Università di Torino	16
1.2.1 L'epoca cartesiana (1720-1748) e le origini del Gabinetto di Fisica	18
1.2.1.1 Joseph Roma e Francesco Antonio Garro	19
1.2.1.2 L'Abate Nollet a Torino (1739 e 1749)	23
1.2.1.3 Il progetto del Museo (1739)	31
1.2.1.4 Le origini del Gabinetto	34
1.2.2 L'epoca di Beccaria e la nuova Fisica a Torino (1748-1781)	39
1.2.2.1 L' <i>Inventario delle Machine</i>	45
1.2.2.2 Gli strumenti acquistati da Beccaria	48
1.2.3 Dalla Rivoluzione Francese alla Restaurazione (1781-1814)	54
1.2.4 <i>Jest à Turin</i> (1814-1826)	57
1.2.5 L'epoca risorgimentale: Botto e Gherardi (1826-1861) . .	66
1.2.5.1 L'espansione della collezione: l'Antico inventario	73
1.2.5.2 Jest e la dagherrotipia	76
1.2.5.3 La dinastia Jest	79
1.2.6 L'epoca di Govi (1862-1878)	89
1.2.7 Naccari: verso la <i>Città della Scienza</i> (1878-1900)	98
1.2.7.1 Il Consorzio Universitario	99
1.2.7.2 Il Gabinetto nell'epoca Naccari	101
1.2.7.3 La " <i>Città della Scienza</i> "	103
1.2.8 Dal Gabinetto al Museo di Fisica	111
1.2.8.1 Gli strumenti Jest del Museo di Fisica	118
1.2.8.2 L' <i>Inventario generale dell'Istituto di Fisica Spe-</i> <i>rimentale</i>	119
1.2.8.3 Il Museo di Fisica oggi: analisi del microclima .	120
1.2.9 Conclusioni	122
2 Le collezioni storico-scientifiche dei licei classici	125
2.1 Licei e Ginnasi della provincia di Torino	127
2.1.1 Liceo Cavour	130
2.1.1.1 La collezione	131

2.1.2	Liceo Gioberti	134
2.1.2.1	Archivio del Liceo Gioberti	135
2.1.2.2	La collezione del Gabinetto di Fisica	136
2.1.3	Liceo D’Azeglio	138
2.1.4	Liceo Alfieri	141
2.1.4.1	La collezione	141
2.1.5	II.SS. Baldessano Roccati (Carmagnola)	144
2.1.5.1	La collezione	145
2.1.6	Liceo Monti (Chieri)	146
2.1.6.1	La collezione	148
2.1.7	Liceo Porporato (Pinerolo)	151
2.1.7.1	La collezione	151
2.1.8	Liceo Valsalice	153
2.1.8.1	La collezione	153
2.1.9	Liceo Sociale	156
2.1.9.1	La collezione	156
2.1.10	Liceo San Giuseppe	157
2.1.10.1	La collezione	158
2.1.11	Liceo Valdese (Torre Pellice)	160
2.1.11.1	La collezione	160
2.1.12	Altre collezioni significative	162
2.1.12.1	Il Real Collegio Carlo Alberto (Moncalieri)	162
2.1.12.2	Istituto tecnico industriale statale Avogadro	164
2.2	Licei della provincia di Cuneo	167
2.2.1	Liceo Vasco Beccaria Govone (Mondovì)	167
2.2.1.1	Il MUBEC (Museo Beccaria)	168
2.2.1.2	I progetti didattici legati al MuBec	175
2.2.2	Liceo Peano-Pellico (Cuneo)	177
2.2.2.1	La collezione	178
2.2.2.2	La specola	180
2.2.3	I.I.S. Arimondi-Eula (Savigliano)	181
2.2.3.1	La collezione	181
2.2.4	Liceo “Giolitti-Gandino” (Bra)	183
2.2.4.1	La collezione	184
2.2.5	Liceo Bodoni (Saluzzo)	186
2.2.5.1	La collezione	187
2.2.6	Liceo Govone (Alba)	189
2.2.6.1	La collezione	190
2.2.7	Altre collezioni significative scolastiche	193
2.2.7.1	Museo storico dell’I.T.C. Bonelli (Cuneo)	193
2.2.7.2	Il Seminario Vescovile di Mondovì	194
2.3	Alcuni strumenti di interesse nei licei classici	197
2.4	Conclusioni	204

3 Il patrimonio storico - scientifico nella didattica: una sperimentazione	207
3.1 Questionario e interviste ai docenti	209
3.2 L'attività didattica al Museo di Fisica	215
3.3 L'attività didattica nelle scuole	218
3.4 Indagine sulle pre-conoscenze degli studenti	220
3.4.1 Riferimenti storici	220
3.4.2 Il test di elettrostatica	223
3.5 I risultati della sperimentazione	226
3.5.1 Il parere dei docenti sulla sperimentazione	227
3.5.2 Il parere degli studenti sulla sperimentazione	227
Conclusioni	229
Appendice	247

Ringraziamenti

Giunta al termine di questo percorso, che per me ha rappresentato un vero e proprio viaggio nella storia della fisica in Piemonte, alla ricerca di come sia possibile coniugarla con la didattica della fisica, voglio ringraziare le persone che mi hanno accompagnato.

Grazie innanzitutto ai miei supervisors: professoressa Daniela Marocchi e professor Matteo Leone.

A Daniela Marocchi per aver accettato, ormai 7 anni fa, di seguirmi nella tesi magistrale in didattica della fisica, permettendomi di entrare in contatto con il mondo della scuola e guidandomi nelle numerose attività che ancora oggi organizziamo per l'orientamento universitario. Grazie per la fiducia datami e per gli insegnamenti e i consigli che mi hanno fatto crescere.

A Matteo Leone per aver accettato di seguirmi in questo progetto di dottorato, dando spazio alla didattica e alla storia che si sono alternate e arricchite l'una all'altra. Grazie per gli insegnamenti, i consigli, la fiducia e la stima reciproca che ci siamo dimostrati in questo percorso e che mi hanno permesso di lavorare in un ambiente di collaborazione e crescita continua.

Grazie al professor Augusto Garuccio e al professor Paolo Rossi per aver accettato di valutare la mia tesi e per i preziosi consigli che mi hanno dato su questo lavoro.

Grazie alla professoressa Wanda Alberico per aver creduto nel mio lavoro e nelle mie idee.

Grazie alla professoressa Alberta Marzari Chiesa per aver dato vita al Museo di Fisica mettendoci passione e tramettendomi il lavoro fatto.

Grazie a Ciro Marino per la passione messa nel Museo.

Grazie alla professoressa Raffaella Bonino per aver accettato di portare avanti i progetti avviati, per aver sostenuto le mie nuove proposte e per essere sempre pronta a consigliarmi.

Grazie alla professoressa Marina Serio per aver preso parte del nascente gruppo di ricerca in didattica e storia, per la collaborazione quotidiana e per l'interesse dimostrato verso questo lavoro.

Grazie al professor Mario Bertaina per l'attenzione e l'interesse mostrati verso il mio progetto.

Grazie alla "squadra di Esperimentazioni I" (tecnici, docenti e tutor), che in questi 3 anni mi ha insegnato come affrontare i problemi, come risolverli e cosa voglia dire lavorare e collaborare insieme.

Grazie ad Antonio Amoroso e Stefano Sosio, colleghi speciali, sempre presenti e pronti ad aiutarmi.

Grazie al personale di archivi e biblioteche che con loro professionalità e competenza mi hanno guidato in questa ricerca storica. Un ringraziamento particolare a Paola Novaria e Giuliana Borghino Sinleber dell'Archivio Storico

dell'Università di Torino e a Laura Gena della Biblioteca del Dipartimento di Fisica.

Voglio ringraziare tutti gli insegnanti, i tecnici, i presidi e gli studenti che ho incontrato in questi tre anni nelle scuole: ognuno di loro mi ha insegnato qualcosa e mi ha arricchito. Un grazie particolare a Teresa Morgante, Barbara Ponzo, Emanuela Sordo, Francesco Garino, Enrica Ruffino, Paolo Grosso e Matteo Luca Ruggiero.

Grazie ai miei amici: Deborah, Gianfranco e la piccola Alice, Marta e Stefano, Gianluca, Elisa e la piccola Rebecca, Stefano ed Elisabetta, che sono stati sempre con me.

Grazie alla mia famiglia speciale che mi sostiene e mi supporta, in particolare zio Luciano per avermi supportato in questi anni e per avermi trasmesso la passione per la scuola, zia Laura, zia Silvia, Fausto e Nadia per esserci sempre stati.

Grazie ai miei genitori, i miei pilastri, coloro che mi hanno permesso di sognare e di realizzare i miei sogni, sempre pronti a sollevarmi dopo una caduta e ad esultare con me ad ogni vittoria. Questo traguardo è dedicato a voi che avete creduto in me: niente sarebbe stato possibile senza il vostro sostegno.

Ed infine grazie alla mia metà, Alberto, che mi accompagna e mi sostiene nelle sfide della vita.

L'ultimo pensiero va ai miei nonni, i miei due angeli, per avermi fatto crescere spensierata e coccolata, forte ed amata: anche se oggi vi vorrei qui più di ogni altra cosa, vi ringrazio di cuore per la strada che abbiamo percorso insieme.

Introduzione

Questa tesi è il risultato di un lavoro di dottorato in ambito di storia e didattica della fisica. La domanda di ricerca principale riguarda infatti il ruolo della storia nell'insegnamento della fisica e la sua efficacia come metodologia didattica.

In particolare, come frequentemente sottolineato in letteratura, la storia della fisica può essere un valido strumento didattico atto a favorire l'apprendimento degli studenti agendo su aspetti motivazionali e di coinvolgimento emozionale [46, 66, 39].

La storia della fisica inoltre può essere di grande aiuto al docente poichè può consentire, in linea di principio, di prevedere alcune delle difficoltà degli studenti alla luce di un'analogia, sovente identificata, ancora non ben compresa, tra evoluzione delle concezioni scientifiche ed evoluzione delle idee dello studente a seguito dell'apprendimento scolastico [38, 42].

Al fine di lavorare sulle potenzialità didattiche della storia della fisica, si è scelto di istituire un progetto, denominato "Verso un museo integrato di fisica" nel quale aspetti cognitivi e motivazionali dell'apprendimento sono affrontati attorno a un nucleo molto materiale, presentato dalle collezioni di strumenti storico-scientifici in possesso del Museo di Fisica dell'Università di Torino nonché di alcune scuole piemontesi particolarmente significative [58].

In particolare, l'azione descritta in questo lavoro di tesi si è svolta lungo tre direttive portate avanti in parallelo (appendice C).

1. La prima di queste azioni è consistita nella ricostruzione della storia dell'Istituto di Fisica e del suo Gabinetto. Tale parte della ricerca si è realizzata principalmente attraverso l'analisi dei documenti archivistici conservati presso l'Archivio Storico dell'Università di Torino (ASUT), analisi arricchita con altre fonti primarie di natura archivistica conservate presso la biblioteca del Dipartimento di Fisica, l'Archivio Storico della città di Torino e l'Archivio di Stato. Altre fonti importantissime sono state gli inventari degli strumenti - oltre che, naturalmente gli strumenti stessi - conservati dal Museo di Fisica (che da pochi anni è parte integrante del Sistema Museale di Ateneo dell'Università di Torino), la cui collezione è rappresentata proprio dagli strumenti che erano parte del Gabinetto di Fisica dell'Università.
2. La seconda azione è il tentativo di "estendere lo sguardo" al di là del Museo di Fisica dell'Università, realizzando un censimento delle principali

collezioni di strumenti di fisica custoditi dai licei classici di più antica costituzione delle province di Torino e Cuneo. L'obiettivo è stato quello di scoprire se e come queste collezioni possano rappresentare un'integrazione rispetto alla collezione del Museo di Fisica dell'Università.

3. L'ultima azione è consistita nell'utilizzo di alcune delle collezioni scolastiche identificate nel corso della seconda azione per scoprire se queste possano essere di una qualche utilità didattica attraverso la progettazione, con la collaborazione dei docenti, di specifici laboratori storico-didattici.

Fonti archivistiche consultate

La ricostruzione della storia della collezione del Museo di Fisica e della storia dell'Istituto di Fisica nel XVIII e nel XIX Secolo è stata possibile grazie ai documenti conservati presso numerosi archivi universitari e non.

L'Archivio Storico dell'Università di Torino (ASUT) conserva, schedata e reperibile, la documentazione prodotta all'interno dell'Ateneo dal 1693 agli anni sessanta del Novecento.

La ricerca presso l'Archivio Storico dell'Università ha interessato il *Fondo della Regia Università degli studi di Torino (1693-1946)*, e i seguenti sub-fondi:

- Sub-fondo Gestione finanziaria, 1729-1948 (dove sono stati analizzati i mandati di pagamento)
 - serie XII.C. 1 (1/09/1729 - 15/03/1735)
 - serie XII.C. 2 (22/02/1744 - 30/08/1751)
 - serie XII.C. 3 (2/01/1758 - 3/02/1762)
 - serie XII.C.4 (10/02/1762 - 1/04/1767)
 - serie XII.C.5 (19/03/1779 - 30/07/1783)
 - serie XII.C.6 (16/11/1776 - 17/11/1781)
 - serie XII.C.7 (14/06/1790-19/12/1798)
 - serie XII.C.8 (19/12/1798 - 19/12/1803)
 - serie XII.C.9 (9/11/1803 - 4/2/1806)
 - serie XII.C.10 (1/10/1814 - 3/2/1816)
 - serie XII.C.11 (5/2/1816 - 2/8/1817)
 - serie XII.C.12 (1/8/1817 - 9/2/1819)
 - serie XII.C.13 (14/3/1820 - 18/3/1821)
 - serie XII.C.14 (15/3/1821 - 1/2/1823)
 - serie XII.C.15 (4/2/1823 - 10/6/1824)
 - serie XII.C. 16 1826
 - serie XII.C. 17 (10/01/1826 - 5/07/1826)
 - serie XII.C. 18 (5/07/1826 - 14/10/1826)

- serie XII.C. 19 (14/10/1826 - 20/03/1827)
- serie XII.C. 20 (20/03/1827 - 7/09/1827)
- serie XII.C. 21 (10/09/1827 - 5/01/1828)
- serie XII.C. 22 (5/01/1828 - 1/07/1828)
- serie XII.C.23 (1/7/1828- 2/1/1829)
- serie XII.C.24 (9/6/1824 - 17/2/1826)
- serie XII.C.25 (1/4/1829 - 1/10/1829)
- serie XII.C.26 (1/10/1829 - 13/2/1830)
- serie XII.C.27 (13/2/1830 - 6/7/1830)
- serie XII.C.28 (1/7/1830 - 3/1/1831)
- serie XII.C.29 (1/4/1831 - 7/9/1831)
- serie XII.C.30 (29/9/1832 - 1/2/1833)
- serie XII.C.31 (1/1/1835 - 29/7/1837)
- serie XII.C.32 (5/2/1838 - 1/10/1838)
- serie XII.C.33 (26/3/1839 - 7/11/1839)
- Sub-fondo Corrispondenza 1815-1946
 - Serie Carteggio non classificato dal 1857 al 1863, 1856-1864
 - * sottoserie 1857-1860
 - * sottoserie 1860-1861
 - * sottoserie 1861-1863
 - Serie Carteggio classificato dal 1864 al 1945
 - * sottoserie 1864-1874
 - * sottoserie 1875
 - * sottoserie 1875-1904
- Sub-fondo Facoltà di scienze e lettere, 1729-1872
 - unità archivistica: Adunanze del Collegio delle Scienze e Belle Arti 1738-1852

Dal 1875-76 per ogni anno sono stati analizzati, quando presenti, il fascicolo 3.12 (Gabinetto di Fisica), fascicolo 7.14 (scuola e Gabinetto di Fisica: acquisti, locali,...), il fascicolo 1.2 (Affari generali - Consorzio universitario) e il fascicolo 7.36 (nuovi istituti universitari).

Ogni volume di mandati di pagamento raccoglie tutte le spese fatte dall'Università di Torino e ne indica i costi, in particolare gli acquisti di strumenti e materiali e gli stipendi dei professori. L'elenco del personale stipendiato, anno per anno, ha permesso di ricostruire la successione dei docenti e dei macchinisti che sono passati da Torino e di ricostruire gli interessi e le ricerche in Fisica sviluppate in Piemonte in quell'epoca.

Il periodo che è coperto dai mandati di pagamento presenti presso l'ASUT va dal 1729 al 1839 con alcune lacune e di seguito classificati secondo la segnatura archivistica.

Inoltre, grazie al progetto di digitalizzazione portato avanti dall'ASUT, sono disponibili tre diverse serie di repertori: il Calendario scolastico (1825-1856), l'Annuario dell'Istruzione pubblica (1857-1874), l'Annuario dell'Università di Torino (1876-1969), da cui è possibile ricavare preziose informazioni su docenti, studenti, orario delle lezioni e non solo.

Presso l'Archivio Storico della città di Torino, la ricerca ha riguardato il periodo di progettazione e realizzazione della città della Scienza (avvenuta alla fine del XIX Secolo). I fondi consultati sono:

- Fondo Affari degli uffici comunali
 - 1885 cartella 150 fascicolo 3
 - 1886 cartella 157 fascicolo 6
 - 1887 cartella 164 BIS fascicolo 8
 - 1888 cartella 169 fascicolo 3
 - 1891 cartella 189 fascicolo 8
 - 1894 cartella 201 fascicolo 8
 - 1897 cartella 213 fascicolo 8
 - 1898 cartella 217 fascicolo 8
 - 1899 cartella 225 fascicolo 2
 - 1902 cartella 249 fascicolo 10
- Fondo Ragionerie, 1768-1800, 1814-1848
 - Atti speciali 1853-1970, Volume II del 1885

All'Archivio di Stato di Torino è conservato il documento riguardante il progetto del Museo datato 1739, con segnatura *Materie economiche, Istruzione pubblica, Regia Università di Torino, mazzo 5, 17*.

Due importanti manoscritti che attestano i contenuti delle lezioni di Fisica tenute da Padre Roma e Padre Beccaria sono conservati alla Biblioteca Nazionale di Torino (BNT), con le seguenti segnature:

- *Exercitationes in Physicam*, sezione manoscritti con segnatura K3- V-6 (lezioni attribuibili a padre Roma)
- *Institutiones in Physicam*, sezione manoscritti con segnatura K3- IV-29 (lezioni tenute da padre Beccaria, consultabili in altre due copie conservate presso l'Accademia delle Scienze di Torino)

Presso la Biblioteca di storia e cultura del Piemonte "Giuseppe Grosso" (BSCP), si trova un manoscritto che attesta i contenuti delle lezioni di Padre Garro:

“Physica. De Rebus Physicis. Observationes, R.P.Garri” (segnatura: Ms (Ans) b- 37).

Presso la Biblioteca di Fisica dell’Università di Torino è conservato l’*Inventario delle Machine*, primo inventario che documenta gli strumenti presenti a metà del XVIII Secolo nel Gabinetto di Fisica; e il Museo di Fisica conserva gli inventari successivi e il Museo di Fisica dell’Università di Torino conserva altri inventari:

- Copia originale dell’Antico Inventario del Gabinetto di Fisica dal maggio 1835 al 30 settembre 1873
- Inventario del Gabinetto di Fisica, volume 1 (1874-1901)
- Inventario del Gabinetto di Fisica, volume 2 (1902-1951)
- Inventario del Consorzio dell’Università (1879-1956)
- Inventario generale dell’istituto di Fisica sperimentale (1957-1960)

Si aggiunge l’Archivio Storico del Liceo Gioberti (ASLG) in cui è stato analizzato il *Fondo “Ginnasio Liceo Vincenzo Gioberti” -I Sezione Ginnasio-Liceo (I Categoria Amministrazione)*, e nel dettaglio:

- Serie Inventario dei beni
 - Sottoserie Gabinetto di scienze GLVG1
 - Sottoserie Gabinetto di scienze GLVG 3
 - Sottoserie Gabinetto di scienze GLVG 6
 - Sottoserie Gabinetto di scienze GLVG 14
 - Sottoserie Gabinetto di scienze GLVG 19

Lista Abbreviazioni

ASCT: Archivio Storico della Città di Torino

ASLG: Archivio Storico del Liceo Gioberti

ASTo: Archivio di Stato di Torino

ASUT: Archivio Storico dell’Università di Torino

BNT: Biblioteca Nazionale di Torino

BSCP: Biblioteca di storia e cultura del Piemonte

Capitolo 1

L'Istituto di Fisica dell'Università di Torino

In questo capitolo si intende presentare la storia dell'Istituto di Fisica e del Gabinetto di Fisica dell'Università di Torino nel XVIII e XIX secolo. Tale periodo è infatti quello nel quale si è venuto a formare il nucleo originario della collezione dell'attuale Museo di Fisica. Questa non vuole però essere esclusivamente una storia della strumentazione scientifica conservata dal Museo di Fisica, ma un intreccio tra storia materiale, storia delle idee e più in generale delle ricerche di fisica nella Torino del Settecento e dell'Ottocento, e infine delle istituzioni, con particolare riferimento “l'Università di Torino”, i suoi “professori di fisica” e i “macchinisti” preposti alla realizzazione delle “esperienze fisiche”.

1.1 Nascita dell'Università di Torino

La storia dell'Università di Torino ebbe inizio nel 1404, quando il papa di Avignone Benedetto XIII accordò al vescovo di Torino il potere di conferire le insegne accademiche, riconoscendo di fatto la condizione di studium generale a certe scuole di diritto che forse funzionavano in città già da qualche anno a cura di alcuni professori giunti dall'Università di Pavia, con il sostegno del principe Lodovico di Savoia-Acaja. A sanare l'istituzione di uno studio generale a Torino giunse nel 1412 un diploma da parte dell'imperatore Sigismondo.[49]

Il duca Amedeo VIII affidò nel 1424 il governo dell'Università ad un Consiglio composto dal Governatore generale del Piemonte e da tre Riformatori. Dopo tre anni la sede fu trasferita a Chieri e poi a Savigliano, per poi tornare a Torino nel 1436. Dal 1443 lo Studio ebbe sede in un modesto edificio all'angolo tra le attuali via Garibaldi e via San Francesco d'Assisi, dove rimase fino al 1720.

All'inizio del XVI secolo l'Università di Torino godeva di un'ottima fama ed era frequentata da un numero considerevole di stranieri, fra i quali viene ricordato il famoso Erasmo da Rotterdam, qui laureato nel 1506. Durante la guerra che

Fondazione dell'Università

si accese tra Francesco I e Carlo V, l'Università di Torino venne chiusa, sino alla pace di Château Cambresis, quando il duca Emanuele Filiberto si dedicò al riordinamento degli studi. Egli istituì nel 1560 un'Università in Mondovì dato che Torino continuava ad essere occupata dai Francesi. Fu nel 1566 che l'Università tornò a Torino. Emanuele Filiberto affidò il governo dell'Università al Magistrato della riforma e ricostituì le tre facoltà di teologia, legge e medicina (di quest'ultima facoltà facevano parte la filosofia morale, la fisica, la matematica e le lettere).

Fu il re Vittorio Amedeo II a dare all'Ateneo un aspetto più efficiente, emanando tra il 1720 e il 1772 le Costituzioni per l'Università di Torino.

Attraverso le Costituzioni il sovrano si proponeva di valorizzare i compiti di formazione culturale e professionale indispensabili al buon funzionamento della macchina statale e allo sviluppo della società. Le Costituzioni del 1720, in particolare indicavano che “chiunque non sarà graduato in detta università non potrà esercitare nell'avvenire alcun ufficio, o dignità appartenente alla facoltà di cui in essa Università si conferisce la laurea”. [26] E con le Costituzioni del 1729 si stabilisce che “non sarà lecito a chi che sia d'insegnare pubblicamente nella presente città alcuna delle Scienze ed Arti che s'insegnano nell'Università. Nelle province poi tanto di qua' e di là dei Monti, e colli non s'insegneranno che dette Scienze ed Arti e se non da quelli che avranno preso la laurea, o il Magistero nell'Università.”

Con le Costituzioni del 1729 [20] le facoltà divennero il fulcro nell'ateneo. Le facoltà erano quattro: Teologia, Legge, Medicina e Chirurgia, Arti. Fra i sei docenti della facoltà nelle Arti, che era preposta per formare gli insegnanti e figure professionali, quali architetti, geometri, misuratori, cartografi e contabili [20], uno era di Fisica sperimentale (tra gli altri cinque ve ne era uno di Filosofia, due di Matematica e due di Eloquenza e di lingua greca), affiancato da un Macchinista” che lo coadiuvasse negli “Sperimenti di Fisica”, in figura 1.1 [22].

Le facoltà

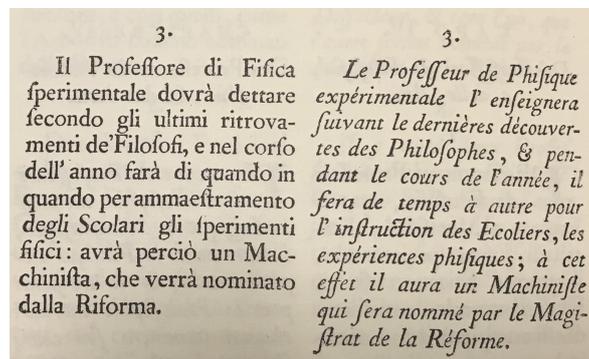


Figura 1.1: Costituzioni di sua Maestà per l'Università di Torino (1772), Titolo III, capo IV

L'Università aveva allora sede in una casa davanti alla chiesa di S. Rocco, in via S. Francesco d'Assisi, sino a che Vittorio Amedeo II fece costruire il maestoso palazzo, attuale sede del Rettorato, in figura 1.2.

Il palazzo dell'Università, collocato tra la via di Po 17 e quella della Zecca, fu fatto erigere nel 1713, su progetto dell'architetto Ricca. Il cortile è circondato di portici dove sono presenti lapidi romane. Oltre le iscrizioni, esso contiene bassorilievi antichi e statue, tra le quali si notano due torsi loricati, scoperti a Susa nel 1802 e restaurati da artisti francesi. Oltre a queste si trovavano le statue di Vittorio Amedeo II e di Carlo Emanuele III.

Due grandiose scale conducono alla galleria del piano superiore, dove si vedono, lungo le pareti, alcuni busti di personaggi benemeriti della scienza.

Il piano terreno, a destra entrando, contiene la grand'aula, in cui si tengono le solenni adunanze; al piano superiore si trovano la biblioteca, il teatro delle dimostrazioni scientifiche, il gabinetto di fisica, ecc. [23]



Figura 1.2: Palazzo del Rettorato dell'Università di Torino

1.2 La Fisica all'Università di Torino

Prima di entrare nel dettaglio dei diversi periodi in cui si può suddividere la vita nell'Istituto di Fisica dell'Università di Torino e del relativo Gabinetto, introduciamo rapidamente le principali figure che si susseguono tra il 1720 e il 1900 nella cattedra di Fisica.

Come vedremo, nel 1719 Vittorio Amedeo II incaricò per l'insegnamento della fisica Giuseppe Roma, cui successe nel 1732 il suo allievo Francesco Garro. Entrambi appartenenti all'Ordine dei minimi e di stampo cartesiano. Nel 1739 arrivò a Torino l'abate Jean Antoine Nollet, celebre fisico francese, per tenere un corso di fisica e condurre una serie di esperienze. Nollet portò con sé una collezione di strumenti che poi donò al re. Tornato per una seconda volta a Torino nel 1749 per dare lezioni di fisica al duca di Savoia, il futuro Vittorio Amedeo III, constatò con sorpresa che gli strumenti che aveva lasciato 10 anni prima erano ancora presenti e funzionanti.

La vera svolta nella fisica piemontese si ebbe, però, con l'arrivo di un fisico newtoniano, il monregalese Giambatista Beccaria che diede un approccio fortemente sperimentale alla fisica insegnata all'Università di Torino e che si dedicò in particolare agli studi sull'elettricità, pubblicando quello che fu considerato il primo manuale europeo di taglio frankliniano: *L'elettricismo artificiale e naturale*. Restò in cattedra fino alla sua morte avvenuta nel 1781.

Gli successero Eandi, il nipote Vassalli Eandi e Giorgio Follini che tuttavia, diversamente da Beccaria, non accrebbero in modo significativo la collezione del Gabinetto.

Le cose cambiarono nel 1826, con l'arrivo in cattedra di Domenico Botto, che vi rimase fino al 1855 e fece molti acquisti di strumenti in parte ancora presenti nel Museo. Altra figura di spicco del XIX secolo è senz'altro Gilberto Govi, attento ricercatore nell'ambito della meccanica di precisione che portò nuovi strumenti di precisione e di pregio al Gabinetto di Fisica.

La fine del secolo è segnata dalla presenza di Andrea Naccari, fisico di rilievo nella ricerca e attivamente coinvolto nella progettazione e realizzazione della nascente Città della Scienza e nella costruzione di quello che ancora oggi è l'edificio del Dipartimento di Fisica.

La fisica studiata dalle figure sopra elencate ha profondamente influenzato e caratterizzato la scelta degli strumenti acquistati e quindi la collezione attuale del Museo di Fisica, dandogli note e sfaccettature che ci permettono di ricostruire l'evoluzione storica della fisica dell'epoca. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con i periodi di insegnamento dei professori passati per l'Università di Torino.

Professore	Periodo
Roma Giuseppe	1687 - 1732
Garro Francesco	1732 - 1748
Beccaria Giambatista	1748 - 1781
Canonica Domenico	1781 - 1788
Eandi Giuseppe Antonio	1788 - 1799
Vassalli Eandi Antonio Maria	1801 - 1814
Follini Giorgio	1814 - 1826
Botto Giuseppe Domenico	1826 - 1855
(Majocchi Giovanni Alessandro)	1851 - 1854
Gherardi Silvestro	1857 - 1861
Govi Gilberto	1862 - 1878
Naccari Andrea	1878 - 1916

Tabella 1.1: Elenco dei professori del Gabinetto di Fisica

Ma il professore di Fisica non era solo di fronte agli strumenti. Era infatti affiancato dalla figura del Macchinista, ovvero un tecnico che si occupava dell'acquisto, della manutenzione e della cura degli strumenti. Alcuni dei macchinisti che hanno prestato servizio al Gabinetto di Fisica erano anche abili costruttori di strumenti e talvolta sostituivano il professore per tenere lezioni.

Il Settecento vede la presenza di numerosi macchinisti all'Università di Torino, a partire da Albertino Reyner, seguito poi dal più conosciuto Carmelo Francalancia, che affiancò Beccaria nel suo primo periodo da professore. In realtà, dall'analisi dei mandati di pagamento compaiono due Francalancia: Carmelo dal novembre 1748 al 1751, e poi Giuseppe dal 1758 al 1764 [24] (figura 1.3). Cosa sia accaduto negli anni dal 1751 al 1758 non è dato saperlo perchè non sono stati trovati presso l'Archivio dell'Università documenti amministrativi relativi a tale periodo.

M A C C H I N I S T A .	
Albertino Reyner di Parigi.	1. maggio 1738. giubilato 7. agosto 1748.
Carmelo Francalancia.	26. gennajo 1749.
Giuseppe Francalancia.	26. febbrajo 1762.
Preposto alla cura delle macchine. Prete Domenico Canonica.	3. aprile 1764. , poi Professore di fisica.
Macchinista Michel Angelo Zanata Lucchese	27. marzo 1772.

Figura 1.3: Elenco dei macchinisti fino al 1781 (fonte: Nuova guida per la città di Torino)

Dopo Giuseppe Francalancia arrivò, come macchinista, Domenico Canonica (successivamente professore, si veda tabella 1.1), seguito da Michel Angelo Zanata o Zanatta e Giovanni Bordogno.

I macchinisti del XIX secolo appartenevano invece, a parte il già citato Bordogno, a una medesima famiglia, la famiglia Jest : prima Enrico Federico Jest (figura 1.4), seguito da Carlo Jest, affiancato per qualche anno da Costante Jest nel ruolo di secondo macchinista.

La tabella 1.2 elenca i nomi dei macchinisti e i periodi in cui hanno prestato servizio presso l'Università di Torino.

Macchinista	periodo
Albertino Reyner	1738 - 1748
Carmelo Francalancia	nov 1748 - 1751
Giuseppe Francalancia	1758 -1764
Domenico Canonica	aprile 1764 - 1772
Michel Angelo Zanata	1765 -1797
Gioanni Bordogno	1798 - 1815
Enrico Jest	1815 - 1849
Carlo Jest	1849 - 1900
Costante Jest	1859 -1865
Giuseppe Sartoretti	1900 - 1924

Tabella 1.2: Elenco dei macchinisti del Gabinetto di Fisica

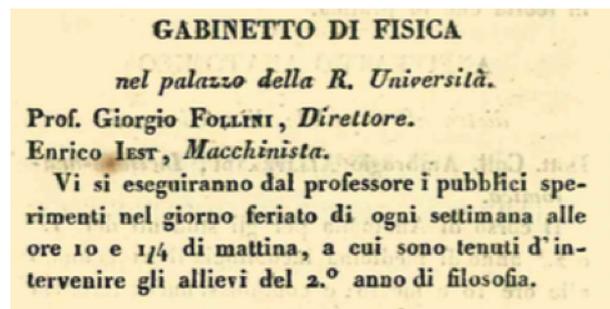


Figura 1.4: Note sul Gabinetto di Fisica, Calendario scolastico 1826

1.2.1 L'epoca cartesiana (1720-1748) e le origini del Gabinetto di Fisica

Le origini del Gabinetto di Fisica vanno fatte risalire a Joseph Roma, che dal 1719 coprì la cattedra di Fisica, e al suo successore Francesco Antonio Garro, che sostituì Roma a partire dal 1729.

Di loro sappiamo che erano entrambi appartenenti all'ordine dei Minimi e di stampo cartesiano.

Della fisica cartesiana venivano soprattutto considerati gli aspetti filosofici, quasi annullando la parte sperimentale. Per comprendere l'influenza della filosofia cartesiana sulla coscienza europea è necessario considerarla non come un'ontologia, bensì come una epistemologia. Cartesio indicò la strada verso una fisica comprensibile.

Huygens riassume la teoria cartesiana in queste parole: “ nella vera filosofia si concepisce la causa di tutti gli effetti naturali mediante ragioni di meccanica. Questo è quello che, secondo me, bisogna fare, altrimenti occorre rinunciare alla speranza di comprendere la Fisica.” La fisica cartesiana era in sostanza una fisica meccanicista dell'urto [37].

1.2.1.1 Joseph Roma e Francesco Antonio Garro

Il rinnovamento dell'Università, sancito dalle Costituzioni del 1720, passava, naturalmente, anche attraverso personale adeguato. A questo scopo, Vittorio Amedeo II cercò di reclutare intellettuali dalle sedi italiane e straniere più prestigiose. Sulla cattedra di Eloquenza latina fu chiamato il letterato napoletano Bernardo Andrea Lama, reduce di importanti esperienze intellettuali a Roma e a Parigi, mentre la cattedra di Eloquenza greca fu affidata al modenese Girolamo Tagliazucchi, buon conoscitore anche delle scienze matematiche e fisiche. La cattedra di chirurgia andò al parigino Pierre Simon Rouhault, membro dell'Academie Royale des Sciences, mentre la lettura delle Matematiche fu affidata a Ercole Corazzi, proveniente dallo Studio bolognese, dove insegnava algebra. La cattedra di Fisica sperimentale fu invece affidata, nel 1719, a Padre Joseph Roma di Tolosa. [20]

Su Padre Joseph Roma (1687-1736) non abbiamo molte notizie. Sappiamo che era stato docente di filosofia e teologia a Trinità dei Monti e che aveva saputo a Roma che le lezioni di Celestino Galiani, conoscitore della fisica newtoniana e dell'empirismo di Locke, teneva presso il convento di S. Eusebio [28, 63].

Roma era membro dell'Ordine dei Minimi, sorto nel XV secolo a opera di Francesco di Paola, si caratterizza per la spiritualità penitenziale vissuta attraverso l'osservanza di un quarto voto di vita quaresimale; i frati minimi si dedicano particolarmente alla predicazione e al ministero della riconciliazione. Tra i membri illustri dell'ordine figurano: Marin Mersenne, studioso di matematica, fisica e scienze naturali, elogiato da Blaise Pascal, fondatore a Parigi dell'accademia da cui si sviluppò l'Institut de France; Nicolas Barré, educatore, fondatore di scuole popolari e normali per la formazione degli insegnanti e delle Suore del Bambino Gesù; i matematici Thomas Le Seur e François Jacquier, il fisico Mariano Morini.

Inoltre sappiamo che Roma, così come il suo maestro Galiani, era un buon conoscitore della filosofia di Newton e che aveva partecipato a discussioni su tematiche di cosmologia, ottica e riguardanti la costituzione della materia. Per la sua didattica prendeva ispirazione dai novatores cartesiani antiaristotelici, come traspare dalle “Istruzioni per i docenti delle scuole regie” da lui redatte [21].

Ordine dei Minimi

A questo proposito, illuminante è un manoscritto anonimo, ma con ogni probabilità attribuibile a Roma, intitolato “Exercitationes in physicam” (figura 1.5) e conservato presso la Biblioteca Nazionale di Torino (BNT). Tale manoscritto è molto utile per capire il tipo di fisica insegnata all’epoca all’Università di Torino.

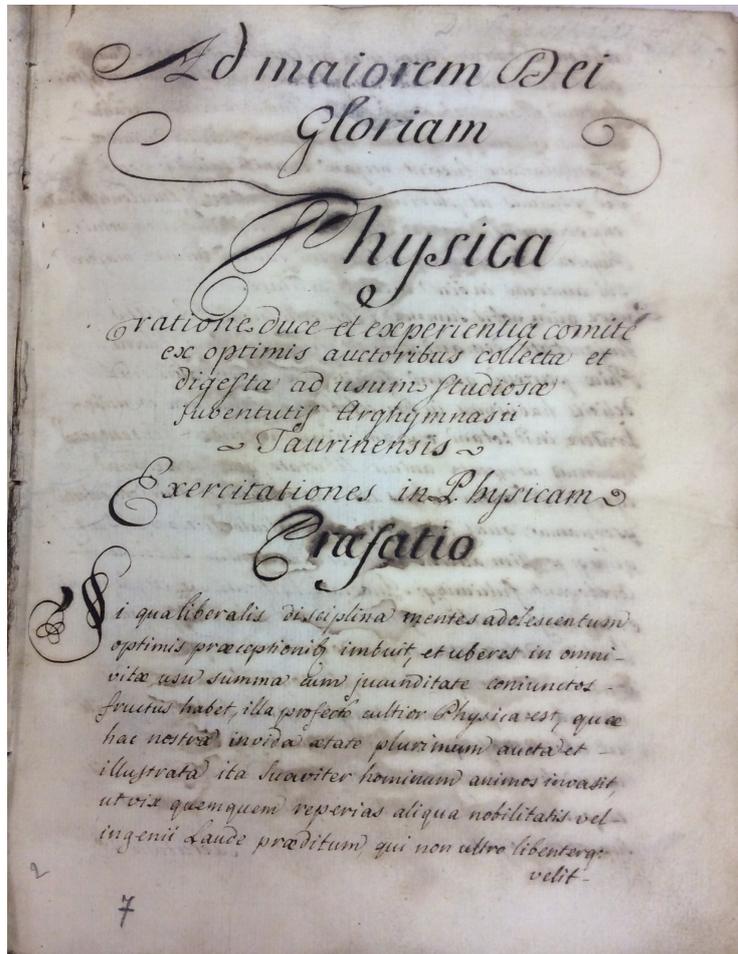


Figura 1.5: Frontespizio del manoscritto “Exercitationes in Physicam”, BNT K³-V-6

Roma organizzò il documento sotto forma interlocutoria. Nella prefazione stilò un inno alla fisica, autentica fonte di dottrina e di cultura. Segue un omaggio al re che lo aveva chiamato ad insegnarla. Sono presenti ampie parti di contenuto filosofico e postulati generali sul legame tra la fisica e la teologia. Roma, vista la sua impostazione cartesiana, si fa promotore di una metafisica che presenta

Le Exercitationes in Physicam di Roma

i principi cartesiani sull'Infinito, inteso come Dio, e l'indefinito riferendosi al mondo. Ma il contenuto del manoscritto non ha carattere puramente teorico. Roma descrive accuratamente una macchina pneumatica, che era all'epoca presente nel Gabinetto di Fisica come testimoniato dal documento del progetto del Museo (1739), e presenta un certo numero di esperimenti riguardanti la fisica del vuoto.

Sulla base delle *Exercitationes* si può dedurre che Roma durante le sue lezioni, mostrasse le esperienze di Torricelli e Pascal, analizzando le ipotesi di Hooke sull'importanza dell'aria. Le lezioni prevedevano, tra le altre cose, anche una parte sui moti semplici e composti, l'illustrazione del funzionamento di una macchina a carrucola per sollevare pesi e il piano inclinato. Dopo la meccanica, le *Exercitationes* passano all'idrostatica, nell'ambito della quale Roma menziona Galileo, Torricelli, Pascal e Boyle. [68]

Nel 1732 Roma, nominato prefetto della biblioteca universitaria, lasciava la cattedra al suo assistente **Francesco Antonio Garro**, anche lui dell'ordine dei Minimi, così come il suo predecessore, anche il cosentino arricchì il Gabinetto con strumenti talvolta costruiti e progettati da lui [70].

Garro si era formato alla scuola di Celestino Galiani e si era poi trasferito a Torino all'inizio degli anni '20 [68, 63]. In un verbale riguardante le Adunanze del Collegio delle Scienze e delle Arti troviamo alcune informazioni biografiche su Garro: "*Il P. Francesco Garro di Cossenza dell'Ordine dei Minimi, si è Professore di Fisica sperimentale, e di Filosofia morale con lo stipendio di L.1000. Egli dopo aver servito pendente 14 anni in qualità di Sostituto, fu promosso alla Cattedra del P. Roma, sta parimenti quasi ogni anno fatto rappresentare dai suoi studenti de' dialoghi eruditissimo così sopra l'una, che sopra l'altra scienza.*" (figura 1.6).

A Torino divenne allievo di Roma, tenendo spesso lezioni al suo posto, fino al 1729 quando venne nominato professore sostituto, per poi ottenere le "regie patenti" di professore nel 1732.

In continuità con il suo predecessore, pur dando ampio spazio a temi teologici, Garro cercò di contrastare l'egemonia aristotelica nel mondo universitario torinese contrapponendole i risultati di Galileo, Torricelli e Boyle e dando grande importanza alla sperimentazione [20]. Garro ebbe inoltre il merito di accogliere nella sua abitazione, due volte alla settimana a partire dal 1738, un gruppo di giovani ufficiali e qualche professore universitario per effettuare ricerche nel campo della chimica e della metallurgia. Da questa iniziativa ottenne il patrocinio per l'apertura, nel 1748, di uno "stabile laboratorio chimico" presso il Regio Arsenal, dove si iniziarono a studiare le "macchine, la longitudine, le tinture, le porcellane, il fluido elastico delle polveri da fuoco" e il "perfezionamento delle polveri suddette" [30]. In questo contesto si formò uno dei massimi esponenti delle discipline sperimentali in Piemonte nella seconda metà del Settecento, Giuseppe Angelo Saluzzo di Monesiglio, poi protagonista insieme a Giuseppe Luigi Lagrange e Gianfrancesco Cigna della fondazione nel 1797 della Società Privata Torinese, primo nucleo della futura Regia Accademia delle Scienze di Torino.

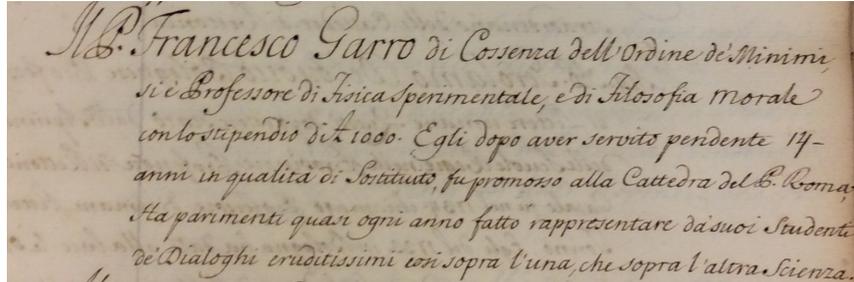


Figura 1.6: Informazioni bibliografiche su Padre Garro (ASUT, Adunanze 1738-1852)

In merito all'insegnamento della Fisica tenuto da Garro, abbiamo importanti elementi grazie a un manoscritto riportante gli appunti delle sue lezioni ad opera del suo allievo Giovanni Bernardo Vigo, diventato poi professore di eloquenza all'Università di Torino. Nella prima pagina si trova la dicitura "*Physica. De Rebus Physicis. Observationes, R.P. Garri.*", dove il nome di Garro è coperto da una cancellatura come mostrato in figura 1.7, (BSCP, "Physica. De Rebus Physicis. Observationes, R.P. Garri", Ms (Ans) b- 37).

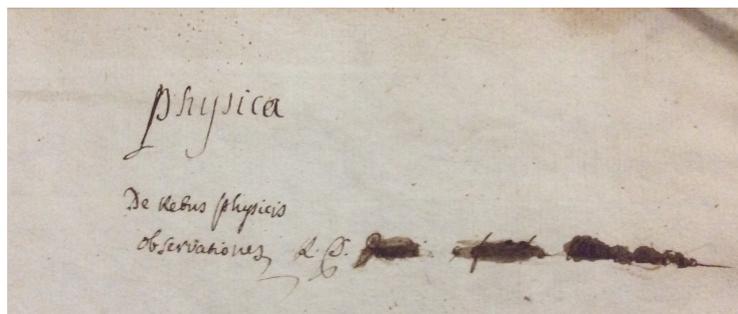


Figura 1.7: Frontespizio del manoscritto *Physica* con riferimento a P. Garri sotto la cancellatura (BSCP, "Physica. De Rebus Physicis. Observationes, R.P. Garri", Ms (Ans) b- 37)

Nel manoscritto di Garro troviamo diverse analogie con i contenuti delle lezioni di Roma: fisica del vuoto, descrizione della macchina pneumatica, i moti, le carrucole e il loro funzionamento, barometri e termometri, proprietà della luce, studi di ottica, catottrica e diottrica, i colori e studi sul calore ("De Calore et Frigore"), per arrivare allo studio dei sensi e l'ottica atmosferica. A questi si aggiungono una serie di riferimenti alla cosmologia e alla fisica di Newton. Garro espone le teorie del padre della fisica classica esprimendo riserve sull'ipotesi della gravitazione universale, riserve derivanti dall'impostazione cartesiana del suo approccio (figura 1.8).

La Physica di Garro

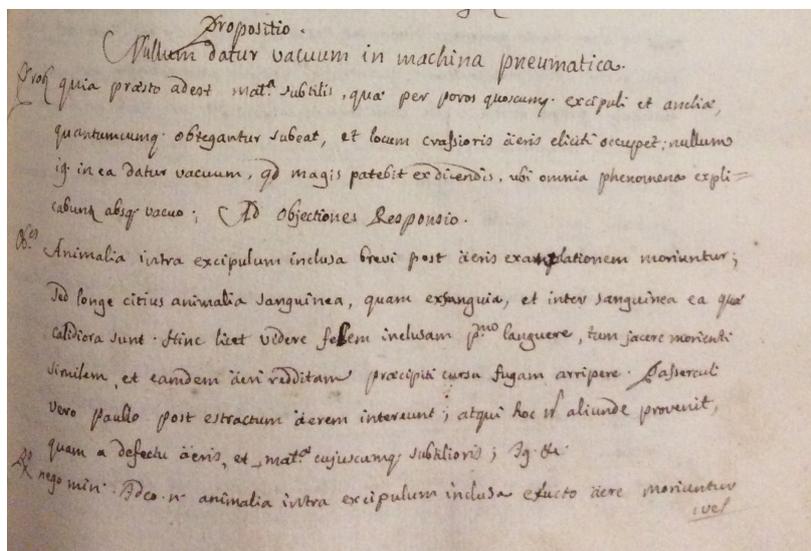


Figura 1.8: Dettaglio sulla “propositio” riguardante il vuoto e la macchina pneumatica (BSCP, manoscritto Ms (Ans)b-37, p.147)

La Fisica, in quanto “filosofia naturale”, era ancora un ramo della Filosofia “sovrattutto nei paesi dove il Clero avea parte principalissima nella direzione dello Stato”. Le cose andavano altrimenti in Francia, e l’**Abate Nollet** chiamato di là a Torino nel 1740 per istruire nella Fisica Vittorio Amedeo duca di Savoia, svegliò qui pure maggior desiderio di progresso”. [70]

1.2.1.2 L’Abate Nollet a Torino (1739 e 1749)

L’Abate Jean Antoine Nollet (1700-1770), nato nel 1700 a Pimprez in Francia, alla fine degli anni ’30 del Settecento era ormai una personalità molto nota nel panorama culturale francese. Dopo gli studi in teologia, nel 1720 entrò a far parte della *Société des Arts* di Parigi e tra il 1730 e il 1732 collaborò come Preparatore degli esperimenti, col fisico francese Charles Francois de Cisternay du Fay, uno dei più grandi studiosi di elettricità della prima metà del XVIII secolo. Con lo stesso du Fay si recò in Inghilterra nel 1734, dove approfondì la propria conoscenza del metodo sperimentale e dove ebbe modo di documentarsi sui recenti progressi della scienza elettrica. A Londra ebbe modo di collaborare anche con John Theophilus Desaguliers, dimostratore di Newton alla Royal Society. Un altro viaggio molto proficuo fu quello avvenuto nel 1735, nei Paesi Bassi, dove ebbe modo di collaborare con Pieter van Musschenbroek e Willem Jacob ’s Gravesande, protagonista di importanti ricerche sulle proprietà nell’elettricità.

Dal 1735 Nollet tenne a Parigi un corso di Fisica sperimentale di grande successo, aperto ad uditori di tutte le età. Nel 1739 entrò a far parte dell'*Academie Royale des Sciences* di Parigi in qualità di *adjoint mechanicien* in sostituzione di Georges Louis Lecler, conte di Buffon, divenuto aggiunto di botanica. Nello stesso anno,

[Nollet] fu invitato dal re di Sardegna [Carlo Emanuele III] a tenere, in un corso dell'Università di Torino, una serie di esperienze: Nollet ebbe un successo tale da accendere l'interesse per l'elettricità in Italia e di stimolare gli sperimentatori. [57]

Durante il soggiorno a Torino, Nollet ebbe anche l'incarico di fungere da precettore per il principe ereditario, il duca Vittorio Amedeo III, all'epoca tredicenne. Il duca Vittorio Amedeo era seguito, sin dall'età di 7 anni, dal marchese de Fleury che programmava le sue lezioni impegnandolo 2 ore al mattino e 2 ore al pomeriggio. Le materie previste comprendevano anche matematica, fisica e scienze naturali e tra i libri da egli segnalati compaiono "Spettacolo della natura" dell'abate Pluche e il trattato di fisica di Rohault.

Il marchese però riteneva importante anche l'approccio sperimentale e l'osservazione dei fenomeni elogiando l'operato dell'abate Nollet. Egli venne così chiamato a Torino e nel *Giornale di corte* si parla del suo arrivo il 26 maggio 1739 [6].

*Primo viaggio a
Torino 1739*

Come detto, durante il soggiorno a Torino, Nollet non si occupò soltanto dell'istruzione del giovane duca ma tenne anche un corso pubblico all'Università, riscuotendo notevole successo. Il re, venuto a conoscenza del successo del suo operato, gli diede una cospicua somma di denaro in aggiunta a quanto pattuito in precedenza.

L'intenzione di Nollet era quella di rendere la fisica sperimentale "un bene la cui proprietà fosse comune a tutti" e pertanto esortava le famiglie aristocratiche a partecipare alle sue lezioni, invitandole a riflettere sui benefici della fisica sperimentale sui bambini [50]. Inoltre, voleva coinvolgere le donne "nella scienza" andando contro i pregiudizi dell'epoca che ritenevano le donne non all'altezza di dedicarsi allo studio dei fenomeni naturali.



Figura 1.9: L'esperimento del bambino "volante", *Essai sur l'électricité des corps*, Nollet, 1746 [52]

Oltre che conferenziere e sperimentatore di successo, Nollet era anche un abile imprenditore e costruttore di strumenti scientifici, ed aveva aperto la prima officina specializzata francese attraverso la quale formò numerosi artigiani. Gli strumenti realizzati da Nollet sono riconoscibili per il fatto che erano ricoperti con laccatura nera con rifiniture rosse e decorazioni dorate che spesso rappresentavano scene esotiche e decori floreali; inoltre, a causa della mancanza di procedure standard di realizzazione degli strumenti, Nollet era solito realizzare due copie del manufatto in modo da conservarne una da poter utilizzare durante le sue lezioni.

Nollet soggiornò a Torino per soli sei mesi portando con sé molti strumenti da

Parigi che lasciò al re il quale, a sua volta, decise di darli in dono all'Università [4]. Non abbiamo purtroppo alcun elenco che ci dica cosa Nollet avesse portato e lasciato a Torino. Le uniche informazioni disponibili le troviamo sul cosiddetto *Inventario delle Machine* (si veda paragrafo 1.2.2.1), dove si trova il riferimento a “*Machine fisiche dell'Abbè Nollet ed altre fatte dal macchinista Francalancia*” (figura 1.10) senza però distinguerle tra i due.

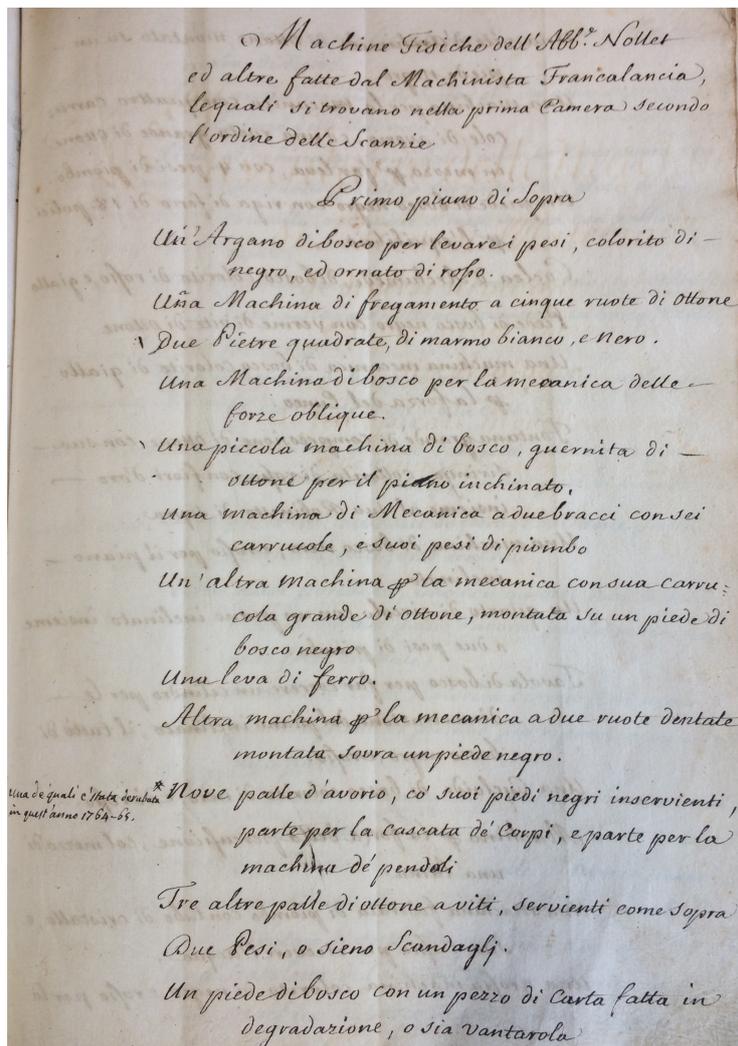


Figura 1.10: Intestazione dell'elenco di strumenti di Nollet e Francalancia sull'*Inventario delle Machine*

A partire dagli anni '40 del Settecento si era sviluppata la cosiddetta “medicina elettrica”, che intendeva indagare le guarigioni dovute agli effetti del passaggio di fluido elettrico attraverso il corpo delle persone. Anche Nollet si interessò di questi studi, nonostante il suo scetticismo iniziale in merito, a seguito dei risultati presentati da Jean Jallabert all'Académie des Sciences di Parigi. Jallabert, uno dei più rispettati fisici dell'epoca, presentò i risultati degli effetti delle scariche elettriche sul cosiddetto “paralitico di Ginevra”, guarito dopo essersi sottoposto ogni giorno alle scariche prodotte con la macchina elettrica. Altri casi vennero descritti all'epoca portando scienziati, fisici e medici ad indagarne la validità medica. Gli esperimenti realizzati da Nollet, dal medico Morand e dal chirurgo Bouquet li portarono a concludere che gli effetti dell'elettricità erano soltanto transitori e che i movimenti degli arti paralizzati erano involontari.

Il 27 aprile 1749, dieci anni dopo la prima visita, Nollet ripartì alla volta di Torino. Il motivo ufficiale del suo viaggio riguardava i tubi medicati, ma in realtà egli era stato incaricato di un compito “spionistico” da parte della corte di Francia: infatti doveva raccogliere informazioni in merito all'arte della produzione della seta, particolarmente sviluppata in Piemonte e in altre zone d'Italia. In Francia, l'importazione della seta era una spesa consistente che compariva nel bilancio del paese e che veniva acquistata dal Piemonte. Era pertanto importante carpire i metodi di lavorazione italiani per incrementare la produzione francese. [4]

*Secondo viaggio
a Torino 1749*

Giunto a Torino il 10 maggio, Nollet si mise in contatto con le persone conosciute dieci anni prima e in particolare con Garro che lo accolse nel convento di Francesco da Paola.

Garro lo accompagnò poi nei suoi viaggi, gli fece da interprete e lo fece entrare in contatto con i membri del suo gruppo di ricerca che includeva il macchinista reale Francesco Mattei e il professore di anatomia Bruno. In particolare, come raccontato da Nollet nel suo diario di viaggio conservato presso la Biblioteca della città di Soissons [4], Garro condusse l'abate a casa del signor Gioannetti, che con Mattei, fu una delle persone chiave per la missione sulla seta di Nollet. Inoltre Garro e Mattei coinvolsero Nollet nella progettazione di macchine utili in campo militare o nel commercio. In cambio di informazioni sulla produzione della seta in Calabria e Sicilia, Garro ottenne la nomina di socio corrispondente dell'Académie des Sciences. [4]

Il sovrano Carlo Emanuele III, che aveva fatto preparare per Nollet due appartamenti (uno alla Venaria e l'altro in città), chiedendo in cambio di tenere un corso di fisica per la famiglia reale.

Il re elogiava le capacità didattiche dell'abate, il quale lesse le sue opere sull'elettricità al duca mostrandogli tra le altre cose all'abate il funzionamento del microscopio solare, mostrato in una sua tavola in figura 1.11.

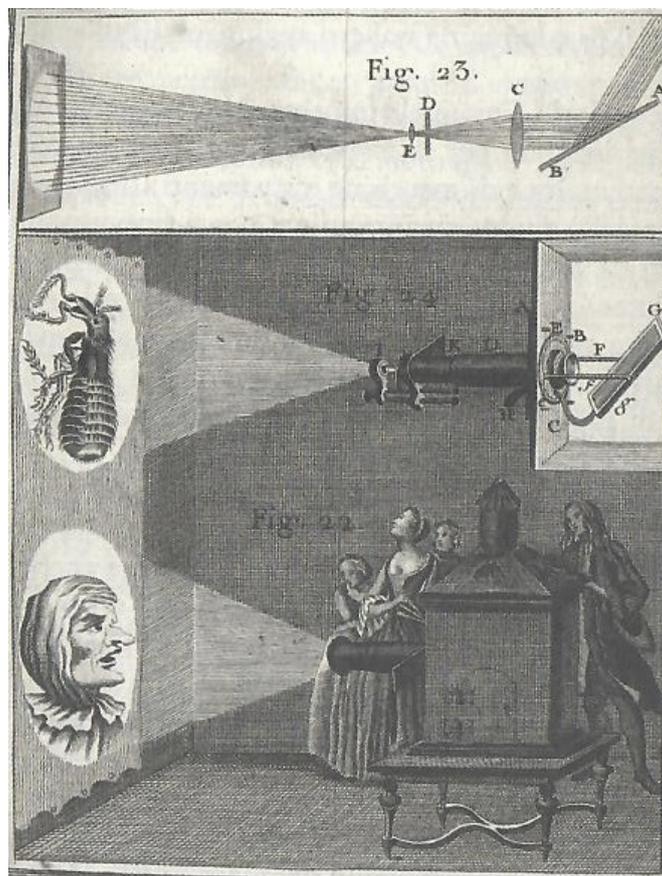


Figura 1.11: Tavola che raffigura il funzionamento del microscopio solare (Nollet, *Leçons de physique expérimentale*)

Il re chiese inoltre a Nollet consulenza per la scelta di una pompa antincendio, coinvolgendolo durante le dimostrazioni del funzionamento dei diversi modelli in commercio all'epoca. La conclusione di Nollet fu quella di preferire il modello progettato e costruito dal siciliano Francalancia, che come già anticipato era il macchinista dell'Università torinese.[4]

Durante il soggiorno torinese Nollet cercò anche di valutare l'attendibilità di quanto affermato da Giovanni Battista Bianchi (protomedico torinese e fautore del progetto del Museo del 1739) riguardo alle "purghe elettriche". Gli esperimenti, che riguardavano delle ricerche sulla "medicina elettrica" rappresentano un interessante quanto bizzarra, fotografia degli interessi di ricerca dell'epoca. Tali esperimenti furono eseguiti con la macchina elettrica che Garro aveva fatto costruire su modello di quella di Nollet. Come risulta dal diario di Nollet, Bianchi

prese un pezzo di scamonea (un'erba spontanea medicale, da cui si ottengono vari succhi resinosi), lo diede a Nollet, il quale si mise su un sostegno isolante con la scamonea nella mano destra, mentre con la sinistra toccava il globo della macchina elettrica e Bianchi faceva scoccare scintille dal suo corpo.

L'esperimento fu ripetuto, elettrizzando un giovane, una ragazza, un aiuto cuoco, un domestico e lo stesso professore Giambatista Beccaria da poco arrivato nell'ateneo torinese: poichè nessuno di questi testimoni "degni di fede" affermò, dopo un giorno, di essere stato sorpreso da "gorgogliamenti del ventre", Nollet concluse per la non validità delle teorie di Bianchi. [4]

Sempre durante il secondo soggiorno torinese, Nollet si recò all'Università, ritrovando gli strumenti da lui donati dieci anni prima in ottimo stato (come affermato da Quignon, che riferì del viaggio di Nollet sulla base del suo diario di viaggio, pubblicato nel 1750 [4]: "*Sur les instances du roi, il laissa à Turin ses instruments de physique qu'il eut la satisfaction de retrouver dix ans plus tard en bon état, malgré les services qu'ils avaient rendus.*"[57] (figura 1.12).

**tateurs. Sur les instances du roi, il laissa à Turin
ses instruments de physique qu'il eut la satisfaction
de retrouver dix ans plus tard en bon état, malgré les
services qu'ils avaient rendus.**

Figura 1.12: Riferimento al fatto che Nollet ritrova all'Università gli strumenti da lui donati nel 1739 [57]

Tra gli strumenti presenti nel Gabinetto di fisica in quegli anni, vi era la macchina elettrica di Garro, che purtroppo non è giunta sino a noi. Tuttavia, in una memoria di Nollet pubblicata nel 1748 nelle *Philosophical Transactions* della Royal Society, l'abate fa riferimento al fatto che la macchina elettrica di Garro è uguale a quella riportata in una tavola a corredo di un'altra sua memoria: *Essai sur l'électricité des corps* e mostrata in figura 1.13. Attraverso questa tavola, possiamo quindi, in mancanza dell'apparecchio originale, vedere l'aspetto di uno dei primi e più importanti apparecchi del nucleo originale della collezione del Gabinetto di Fisica.

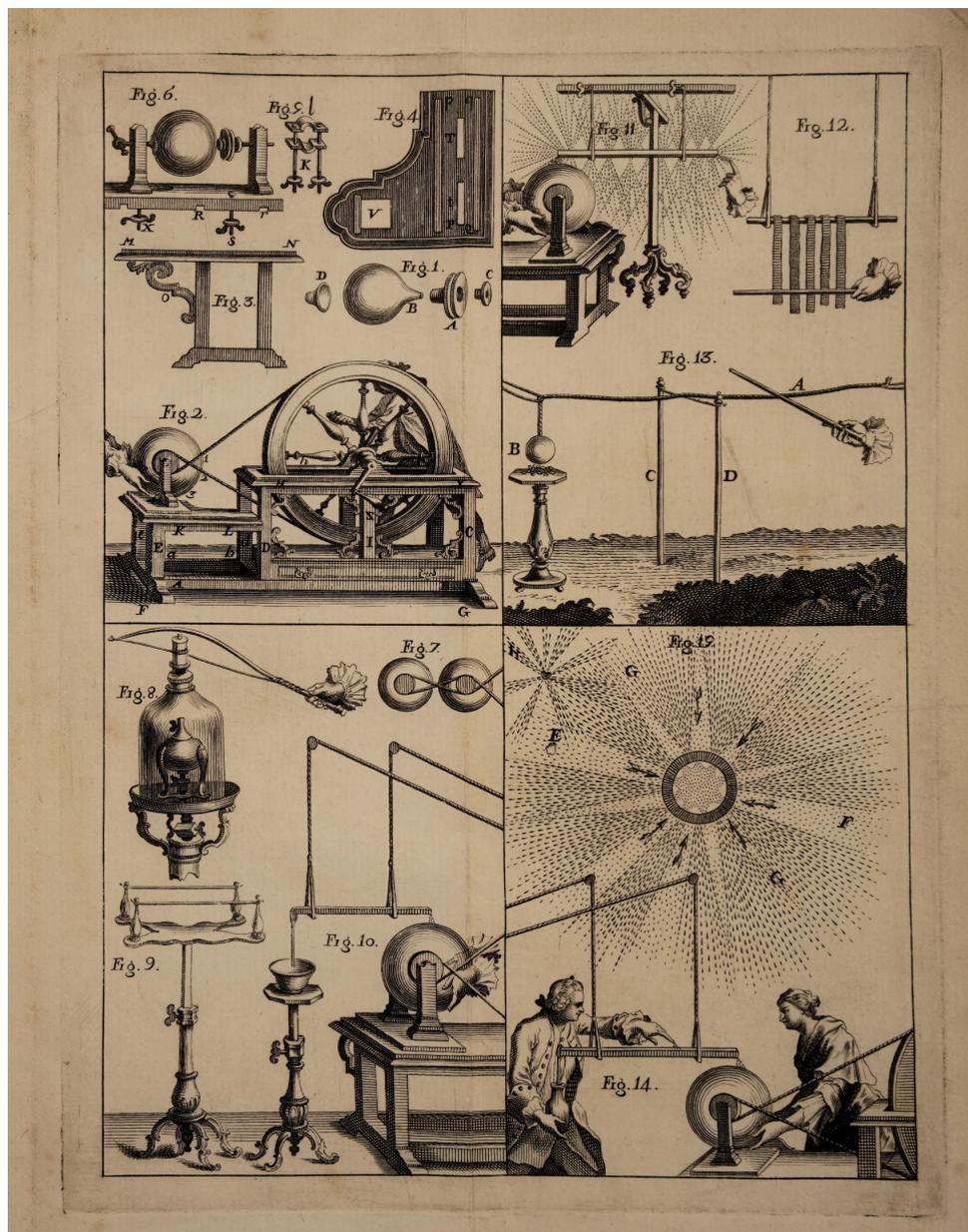


Figura 1.13: Tavola che raffigura una macchina elettrica come quella di Garro (secondo Nollet), da Nollet, "Essai sur l'electricité des corps"[52]

1.2.1.3 Il progetto del Museo (1739)

Informazioni del contenuto del gabinetto di Fisica, all'epoca in cui la cattedra era ricoperta da Garro, sono ricavabili da un documento presente all'Archivio di Stato di Torino, e risalente al 1739, illustrante il "Progetto del Magistrato de' studj a' riguardo dello stabilimento d'un Museo; con altro Progetto presentato dal protomedico, nonchè professore di anatomia dell'Università di Torino, Giovanni Battista Bianchi al re Carlo Emanuele III. Il progetto prevedeva varie "camere": la camera della Fisica sperimentale, quella della Matematica (comprendente anche strumenti di cosmologia, ottica, catottrica -come specchi- e diottrica ovvero lenti), quella della Botanica; quella del "Regno animale, quella della "Notomia"e, infine, quella di "Curiosità", destinata a contenere "fossili, o Marine produzioni, o parti d'animali, o cose impietrate"; ed una nota de' capi che debbono comporre il museo suddetto" (figura 1.14).

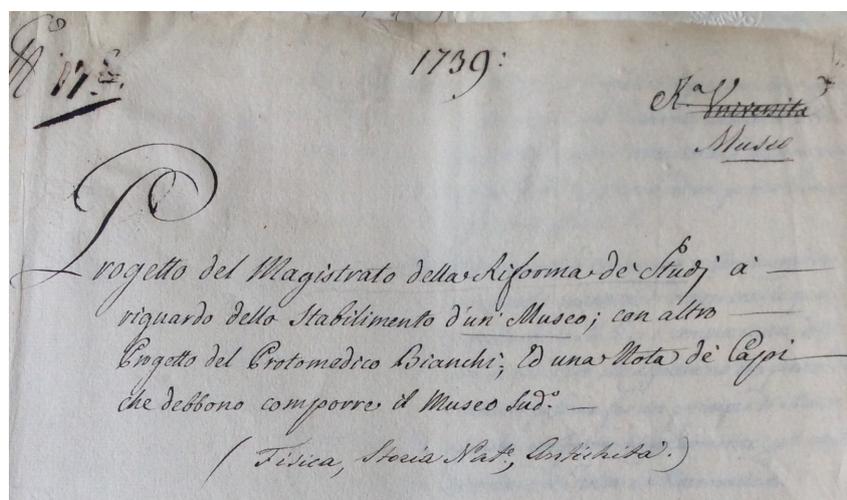


Figura 1.14: Progetto di un Museo dell'Università di Torino (ASTo, Materie economiche, Istruzione pubblica, Regia Università di Torino, mazzo 5,17)

Gli strumenti presenti per la camera di Fisica sperimentale erano suddivisi in sei categorie (figura 1.15), le quali ci informano sulla fisica studiata all'epoca: "il movimento, il peso e l'equilibrio de' corpi solidi", "per l'equilibrio de' liquidi", "peso, [...] elaterio [ovvero elasticità], rarefazione e condensazione dell'aria", "fuoco, lumee sui colori", "calamita, [...] magnetismo, o elettricità dei corpi" e "strumenti meteorologici".

Si trascrive qui di seguito il contenuto del Progetto per quanto riguarda la camera di fisica sperimentale.

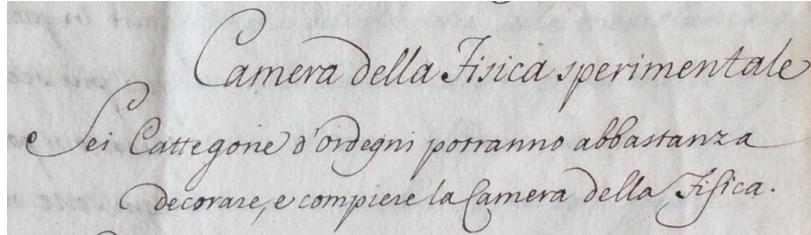


Figura 1.15: La camera della Fisica sperimentale nel prodi Bianchi (ASTo mazzo 5,17)

La prima Categorie comprenderà gli Stromenti atti all'esperienze sopra il movimento, il peso, e l'equilibrio de' Corpi solidi, così oltre delle Macchine da dimostrare le forze centrali, cioè centripete, e centrifughe, vi saranno de' Cronometri per misurare i tempi de' movimenti, e gli aumenti delle accelerazioni per radici quadrate de' Corpi cadenti con libertà: di più stromenti da spiegare le leggi dell'Elaterio; Molte Stadere, o Bilancie di più forme, per ispiegare le diverse quantità di movimento a proporzione delle celerità, e de' volumi de' Corpi: qualche singolare, e ben inteso ordigno di apparente moto perpetuo: Principalmente la famosa Bilancia di Sartorio. In generale tutte le Macchine, che riguardino gli Sperimenti della Statica, la quale con insieme l'Idrostatica non va disgiunta dalla Fisica. Per la Meccanica poi in particolare: Stromenti per esporre i tre generi di Leve, o Vetti; e molte di queste leve in ogni genere, sì semplici, che composte: Assi nel Peritrochio: Viti di molte sorti, e fra le altre la celebre di Archimede: Girelle, o ruote in varie conformazioni: Ordigni di Cunei, e piani inchinati in diverse forme, e più o men composti. Si dovranno pure in questa Categorie collocare non solo que' più scelti Stromenti, che dimostrino, per quanto si possa, le vere leggi di movimento d'ogni sorte, ma ancora la coerenza, e la divisibilità, la solidità, la tenacità, densità, rarità, flessibilità, rigidità, e massime la fluidità maggiore, o minore, e inoltre le gravità specifiche, le vibrazioni, oscillazioni, collizioni, fregamenti, percussioni, ed altre proprietà de' Corpi.

La seconda Categorie sarà per gli Stromenti di prove sul peso, ed equilibrio de' Liquidi: E qui vi saranno tutti i Tubi più confacevoli di varie figure, misure, grandezze; Recipienti ed altri vasi, Vesiche, Sifoni, Emboli, Valvole, Epistoni, Siringhe; e gli ordigni per gli Sperimenti de' pesi reciproci e in ogni senso delle colonne, e delle particolari particelle de' licori. Insomma tutto il Treno dell'Idrostatica. Così si vedranno gli Arcometri, le Bilancie Idrostatiche, Sifoni di speciali qualità; la Tazza di Tantalo; ogni elegante lavorio di Antlie, prementi, aspiranti, e miste; Varie fontane artificiali, ed altre Macchine.

La terza avrà gli Ordigni per le prove del peso, dell'Elaterio, della rarefazione, e condensazione dell'aria. E qui varie Macchine dette Pneumatiche, o del vuoto in più forme; e di queste vari recipienti, ed altre parti mobili per gli Sperimenti sopra del fuoco, delle facoltà elettriche, delle Vesiche, della mescolanza de' lico-

ri, della caduta, elaterio, e coesione de' Corpi, de' suoni, de' vapori dell'aria, ed altri molti fenomeni; e in oltre sopra ogni genere d'animali, e parti d'essi. Vi saranno pure le Macchine, che mostrino in più guise la maggior, o minor compressione, condensamento, e rarefazione dell'Aria. E pur anche gli Emisferi Maddeburgici; il Fucile Pneumatico, o sia a vento; Fontane di compressione; Siringhe di particolar manifattura; Soffietti di vari artifizi; un numero di Tubi capillari, retti, curvi, angolari, uniti, disgiunti, ed altre confacevoli cose: Stromenti ancora per dimostrare i Suoni, le loro proprietà, e moltiplicazioni, ed i vari tremori, collisioni, e riflessioni dell'aria; e quindi Trombe parlanti, ed altri Stromenti acustici: Massime poi molte sorti di Barometri, Inglesi, Tedeschi, Francesi, Italiani, etc., con le loro varietà, e mostra di perfezioni, e difetti. Qualche Stromento per dimostrare la presenza, ed azione dell'aria in tutti i Corpi: E qualche buona Idea sperimentale su le vele, su i molini a vento, sul volo degli uccelli, e su vari altri usi meccanici dell'aria.

La quarta, che può comprendere tutto insieme gli Ordegni di Sperienze sul fuoco, sul lume, e su i colori, avrà qualche piccol fornello o fuoco di lampada, per dare un saggio delle ignee operazioni della Chimica: Vasi per le fermentazioni de' licori, fredde, calde, ed infiammabili; Vasi per le materie fumanti, e per le fulminanti, e per le polveri pirie: Antlie per il fuoco: Vari Pirometri: fosfori di ogni sorte; la Macchina Papiniana; Eolipile di varie guise, ed altri acconci equipaggi; Principalmente gli Stromenti fisici per spiegar la luce, ed i colori.

La quinta sarà per le Sperienze sulla Calamita, e sopra il Magnetismo, o Elettricità de' Corpi; ed intorno le porosità, ed effluvi de' medesimi. Perciò vi saranno molti pezzi di calamita di vari pesi, e Regioni armati, e disarmati; vi saranno de' Bossoli di varie Istruttore, ed aghi calamitati: Più corpi vegetabili, animali, e minerali, che ammettono l'elettricità, o dimostrino la traspirazione, e gli effluvi. Finalmente nella sesta Categoria si raccoglieranno gli Stromenti Meteorologici: E questi consisteranno in Termometri di più licori, e di ben intese varietà, e forme; In Barometri di molte sorti; In Igrometri, Anemometri, ed Idroscopj. Saranno inoltre al suo rango particolari ordigni, che scoprino la varia natura, e quantità de' Corpi misti nell' Aria, e loro diversità secondo i diversi luoghi; per poter poi anche dimostrare la formazione delle Nebbie, nuvole, rugiade, piogge, grandini, nevi, tuoni, folgori, lampi, aurore boreali, ed altre Meteore. Vi saranno pure Eolipile particolari, o altri confacevoli Stromenti, che producendo venti artificiali, scoprano posino de' naturali i principj, le celerità, e le direzioni. Di tutte le mentovate Macchine la più gran parte, e in ottimo lavoro, già si ritrova al servizio della Regia Università; In modo che anco alla prima apertura del Museo la Camera Fisica sarà assai ben fornita, e forse anche di miglior gusto della più parte delle altre Camere Fisiche d'altri rinomati Musei.

Il Progetto del Museo era, nel suo complesso, ispirato all'istituto delle Scienze di Bologna. Nelle intenzioni il museo doveva "ricoprire la duplice funzione di laboratorio per la ricerca e lo studio, e strumento per la nuova didattica ostensiva" [20]. Da questo progetto hanno origine i musei scientifici torinesi: quello di Anatomia umana, quello di Zoologia e di Anatomia comparata e quello di Minerologia [35].

Gli strumenti astronomici, che erano collocati nella camera di Matematica, insieme a quelli che saranno raccolti dal professore di matematica dell'università Giulio Accetta e, successivamente, da Giambatista Beccaria (paragrafo 1.2.2), confluiranno nella collezione dell'Osservatorio astronomico di Torino. Gli strumenti presenti nella camera di Fisica sperimentale confluiranno invece nella collezione del Gabinetto di Fisica dell'Università, unitamente al primitivo nucleo di strumenti creato da Roma e Garro.

1.2.1.4 Le origini del Gabinetto

La descrizione dettagliata delle sei categorie in cui sono raggruppati gli strumenti della camera di Fisica è preceduta, nel progetto di Bianchi, da un elenco di strumenti già presenti presso l'Università.

Sotto la voce "Note dè Capi, che già si hanno per ciascheduna delle classi, che debbano comporre il Museo", si trovano infatti elencati strumenti quali: "una macchina pneumatica e altri strumenti per lo studio dei fluidi", "strumenti per sollevare pesi", "una tromba parlante", una fontana di Erone, una vite di Archimede, una macchina per il vuoto e gli "emisferi magdeburgici", eolipile di ottone, aghi calamitati e uno specchio ustorio. In particolare possiamo riassumere il contenuto del documento affermando che vi erano principalmente strumenti riguardanti la meccanica e la meccanica dei fluidi, con particolare attenzione allo studio del vuoto, qualche strumento di ottica (prismi di vetro e specchio ustorio) e di magnetismo (aghi calamitati).

L'elenco, riportato integralmente nelle figure 1.16-1.17, rappresenta un sorta di "primo inventario" del nucleo iniziale del Gabinetto di Fisica.

Nota de' capi, che già si hanno per ciascheduna
delle Classi, che debbono comporre il Museo

Per la Camera di Fisica
Macchine, che già si hanno nell'Vità

Vna Macchina Pneumatica d'ottone
Altra di rame p. sollevar pesi p. mezzo di vessiche
Altra detta Srua p. clevar pesi
Altra scenzero fonica, o sia Tromba parlante
Altra con molte palle d. Avorio appese p. gli sperimenti delle
Percussioni, e riperussioni
Altra pel giuoco d' un Secchio d'acqua p. mezzo di due Ruote
Altra pel giuoco di due Antrie p. alzar l'acqua
Vn modello di macchina p. far montar l'acqua
Altra p. muouer più seghe p. ragliar il marmo
Vn Antrie da acqua
Altre due prementate e aspiranti
Altra aspirante
Modello d' un Antrie p. gettar l'acqua sugli' incendi
La Fontana di Crono
Altra pe' giuochi d'aria
Altra di vetro
Altra da praticarsi nella macchina del vuoto
Vna leva di nuova Invenzione p. dar moto a tre ruote
Altra con tre ruote d'ottone
Vn Fucile a vento
La Vite d' Archimede
Vn Tubo p. dimostrar l'Equilibrio dell'aria
Altra simile per l'Equilibrio dell'aria
Altra detto comunemente de' 4.^o Elementi
Altra p. un getto d'acqua
Altri tre p. dimostrar l'altera de' licori
I Tubi Torricelliani
Altri due di vetro, un conico, e l'altro cilindrico p. gli sperimenti de' fluidi

Figura 1.16: Elenco degli strumenti di fisica esistenti prima del progetto del Museo (ASTo, Materie economiche, Istruzione pubblica, Regia Università di Torino, mazzo 5,17)

Altri Tubi co' loro recipienti y si spiegar le filtrazioni di licori in paragone
 de' luoghi degli Alben.
 Altro grande y dimostrar la sospensione de' corpi nell'aria
 Altro di vetro con figurine di malto y dimostrar la dilatazione, e com-
 pressione dell'aria, e de' licori.
 Altro doppio y gli Sperimenti di Mr. Pascal
 Altri due grandi, l'uno y la caduta de' corpi nell'aria, e l'altro y la
 caduta nel vuoto.
 Altro per la macchina del vuoto
 Alcune Trocle, o tiorie di vetro y le moltiplicazioni delle forze.
 Altre sopra una Tavola y gli Sperimenti di Mr. Huigenf
 Due Emisferi di metallo y de' burgois.
 Due Corci di rame in forma rotonda y dimostrar il peso dell'aria compressa
 Altri due di marmo in forma di Emisferi y dimostrar la pressione dell'
 aria sui corpi differenti.
 Un Ordegno di rame in forma di Cilindro y lo Sperimento del vuoto.
 Un Sifone y la immersione de' licori nelle vene degli animali.
 Un recipiente d'ottone y gli Sperimenti della Bilancia
 Altro per gli Sperimenti dell'aria
 Altri nove per vari Sperimenti della Macchina Pneumatica
 Altro con dentro una siringa y dimostrar il peso dell'aria
 Altri con mercurio y praticare Sperimenti su di esso
 Altro con dentro una Campanella y le dimostrazioni de' suoni.
 Una Bilancia per i giusti pesi de' corpi
 Un Vaso di mercurio y spiegar i vortici di saurois
 Altro con dentro una Vesica y dimostrar il modo della respirazione
 Altri due di vetro y alcuni Sperimenti di Mr. Huigenf
 Altro con dentro più Tubi di vetro y spiegar la pressione dell'aria
 Altro con bicori dentro y dimostrar le condensazioni, e refrazioni dell'aria
 Altri tre di vetro nero y dimostrar la dilatazione dell'aria nello
 spirito di vino.
 Due Sphule d'ottone
 Agli Calamitati y diverse direzioni della Calamita
 Un Spho di vetro y l'effluvia de' Porri.
 Un Specchio ustrois
 Sphmi di vetro per colori.

Figura 1.17: Elenco degli strumenti di fisica esistenti prima del progetto del Museo (ASTo, Materie economiche, Istruzione pubblica, Regia Università di Torino, mazzo 5,17)

Altre informazioni riguardanti gli strumenti presenti nel Gabinetto di Fisica nel Settecento sono ricavabili attraverso l'“Inventario delle Machine di Fisica, di Matematica, di diverse armi antiche e di preparazioni notomiche di Miologia, di feti essiccati, modelli anatomici e de' cinque sentimenti del corpo”, risalente

agli anni 1759-1765 e conservato presso la biblioteca del Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino, e dai Mandati di pagamento conservati presso l'ASUT (serie XII.C, volumi 1-8).

Purtroppo, relativamente al periodo di Roma e Garro, le informazioni sui mandati di pagamento giunti sino a noi, sono assai scarse e poco aggiungono alla nota anteposta al progetto del Museo.

L'analisi dei Mandati di pagamento evidenzia infatti solo tre circostanze in cui sono citati acquisti per il Gabinetto di fisica da parte del macchinista dell'epoca, Reyner, e rimborsati periodicamente su richiesta del Professore.

Il primo riferimento individuato risale al 1733 nel volume 1, a proposito di Reyner macchinista: "mandato di L. 80.16.6 quali sono in pagamento dell'ottone, cristalli, vetri mercurio vivo, e simili altre robbe da lui comprate a fare le sperimente così di Fisica, che di matematica fattesi e da farsi nel corrente anno" (figura 1.18).

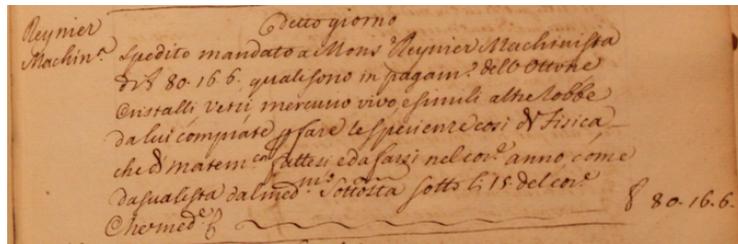


Figura 1.18: Acquisto di strumenti per il Gabinetto di Fisica fatto da Reyner nel 1733 (ASUT, Mandati di pagamento XXI.C. 1)

Al 1748 risale poi il *mandato spedito a Carmelo Francalancia*, macchinista del Gabinetto dopo Reyner, "di L. 850 le quali sono tanto per le spese che per l'opera usata intorno alla macchina pneumatica dal medesimo costruita d'ordine del Magistrato per servizio dell' Università; la quale macchina è stata diligentemente esaminata dal Prof. di Fisica P. Garro, e da esso approvata, ed apprezzata alla detta somma." (ASUT, Mandati XII.C.2).

Sempre nel 1748, ma in riferimento a Reyner in quanto "nota delle spese fatte dal macchinista Reyner negli scorsi anni", si trova un lungo elenco di acquisti per il Gabinetto di fisica, scritto in francese e riportante le macchine acquistate, tra cui una macchina idraulica, e il materiale utile alla riparazione delle suddette. Si riporta di seguito il documento vista l'importanza legata all'epoca in cui ha avuto origine il Gabinetto (figura 1.19) (ASUT, Mandati XII.C.2).

D ab. Metro 1748. Belg.

M. Requier
 Spese Mandati al S. Albertino Requier Machinista
 la somma di L. 118. 8. quali sono in rimborso d'altre spese
 dal med. spese intorno la Macchina di Fisica e matematica
 dall'Anno 1745. sino al present'giorno come dalla nota da
 lui scritta.

Che Meo. 1748.

Nota delle spese fatte dal Machinista Requier
 negli anni intorno la Macchina di
 Fisica, e matematica.

Experiences commencées les 20. Jours 1745
 La Machine devoit faire voir la force de la
 chute de l'eau tombant de différentes hauteurs
 et la course quelle devoit a mesure quelle tombe
 auant et d'après pour ce

Machine hydraulique	4. 15.
Acheter pour des expériences de boye pour des	8. 11.
Machine de rotation pour 20. Oues	1. 10.
Bois pour un Modèle de Moteur à Vent	6.
Pour une petite force de bois	10.
Leur. dont 12. 1/2 pour avoir pariez un livre de	7.
de la force	
Le 6. Mai payé quatre livres de bois pour un	
Chariot pour le Colypte, du poids d'une livre	1. 8.
et deux pour 18. sols.	
En, et payé pour une livre d'Oil de M. de L.	1. 10.
le 17. Juin une livre de colle forte	1.
Pour 8. sols de feuilles de papier le 2. Juin	8.
Pour 1. expérience de l'Air 12. 1/2.	
Requise le 21. Juin pour une Castille de Cuivre	1. 10.
Pour la lampe et la petite pile.	4.
Pour le can de l'air pour se servir	1.
Pour une machine et charge	15.
Pour un grain de Cormin	15.
Pour le 17. Juin à la fourniture un recipient pour	1.
avec un foyeu	
Pour un recipient de bois	4.

Figura 1.19: Nota spese fatte dal macchinista Reyner nel 1748 (ASUT, Mandati XII.C.2)

Con il 1748, come anticipato nel paragrafo 1.2, Giambatista Beccaria subentrò a Garro nella cattedra di Fisica nell'Università. Tale avvicendamento avrà conseguenze importanti sia sullo sviluppo della fisica all'Università di Torino, sia nella collezione del locale Gabinetto.

1.2.2 L'epoca di Beccaria e la nuova Fisica a Torino (1748-1781)

Nel 1748 Garro abbandonò la cattedra universitaria per dedicarsi al laboratorio di chimica e metallurgia presso l'Arsenale. Già da alcuni anni Garro aveva espresso il desiderio di abbandonare la cattedra. Nel 1745, per sostituire Garro, Vittorio Amedeo II offrì la cattedra al francese François Jacquier, secondo una scelta di parziale continuità con il passato. Come Roma e Garro anch'egli era dell'ordine dei Minimi e anch'egli proveniva da Roma. A differenza di Roma e Garro, tuttavia, Jacquier era un importante studioso della "nuova fisica", in particolare, dell'opera di Newton. Come visto, anche Roma e Garro erano stati introdotti al newtonianesimo grazie alla frequentazione di Celestino Galiani. Tuttavia entrambi seguivano, sostanzialmente, un'impostazione cartesiana e comunque dubbiosa della fisica newtoniana.

Jacquier, invece, era un newtoniano convinto. A lui si deve, infatti, una nota edizione commentata dei *Principia* di Newton (1739-1742), realizzata insieme a Thomas Le Seur.

Il nuovo assetto istituzionale alla Sapienza di Roma, con l'introduzione di una cattedra di fisica sperimentale, indusse tuttavia Jacquier a rinunciare alla cattedra di fisica torinese e a dare il suo appoggio a uno studioso scolopio, anch'egli proveniente da Roma: Giambatista Beccaria.

Giambatista Beccaria (1716-1781) era nato a Mondovì (Cuneo), il 3 ottobre 1716, da Giovanni Battista e da Anna Maria Ingalis [63]. Nel 1732 cominciò il noviziato presso l'Ordine degli scolopi a Frascati e assume, nel 1734, il nome di Giambatista. Studiò a Roma e a Narni, dove iniziò ad insegnare nel 1737. Dopo aver ricevuto altri incarichi d'insegnamento nelle case scolopie di Urbino e di Palermo fu, nel 1744, richiamato a Roma a coprire la cattedra di filosofia nella scuola madre di S. Pantaleo, e nel 1747 fu nominato professore di filosofia del Collegio Calasanzio. A Torino, Vittorio Amedeo II aveva riorganizzato l'Università, prescrivendo nuove costituzioni, e il suo successore Carlo Emanuele III, chiamò Beccaria alla cattedra.

Il nome di Beccaria fu espressamente indicato dal marchese Giuseppe Francesco Morozzo, riformatore dell'università [70].

Lo stesso Morozzo, avendo saputo delle recenti scoperte elettriche di Benjamin Franklin, come narrato da Anton Maria Vassalli Eandi nella sua biografia su Beccaria, e delle esperienze di Delor e Thomas F. Dalibard in Francia (1752), avrebbe suggerito a Beccaria di rafforzare la propria posizione studiando questi fenomeni.

Quando [il marchese Morozzo] lesse nei fogli pubblici la scoperta del Franklin che i fulmini sono scintille elettriche, le quali non differiscono da quelle dei nostri apparecchi elettrici se non nella grandezza, [colpito] da un tale annuncio mandò tosto a chiamare il P. Beccaria e gli disse: Eccovi un nuovo ramo di scienza fisica; non guardate a spesa ma coltivate in modo da rendervi celebre [68]

Beccaria seguì il consiglio al punto di pubblicare la sua opera più nota, intitolata "Elettricismo artificiale e naturale" nel 1753. Il testo parte dal concetto frankliniano di un fluido unico "positivo" o "negativo" e altre ipotesi frankliniane, affiancandole da descrizioni sperimentali. Il volume è diviso in due libri, il primo dedicato all'elettricismo artificiale, il secondo all'elettricismo naturale.

Ciascun libro è suddiviso in capitoli e in paragrafi numerati, costituenti una concisa catena di definizioni, principî, teoremi ed esperimenti, con continui rimandi a quanto già esposto per facilitare la comprensione delle nuove informazioni. Noto è, non soltanto l'acume con cui l'autore ripassò e raffinò gli esperimenti fatti da altri, ma la sua fertilità nell'immaginarne dei nuovi. Sono degni di particolare rilievo i suoi sforzi per identificare gli aspetti quantitativi nei fenomeni elettrici. Anche Franklin lodò l'opera del Beccaria, nelle cui osservazioni "la scienza deve moltissimo"[33], esaltandolo a grande maestro di metodo. In una lettera del 29 giugno 1755 a Dalibart, Franklin riferisce: "Ho letto con grande piacere [il libro di Beccaria], e penso sia uno dei testi migliori sull'argomento che io abbia visto *in qualsiasi lingua*" [32].

Non da meno fu la risonanza europea dell'opera, che nel 1776 fu tradotta in inglese a cura della Royal Society e intitolata "A treatise upon artificial electricity, in which are given solutions of a number of interesting electric phenomena hitherto unexplained. To which added an Essay on the mild and slow electricity which prevails in the atmosphere during seren weather". L'*Elettricismo artificiale e naturale* rimane forse l'opera principale del Beccaria, di cui si riporta il frontespizio in figura 1.20.

Un altro lavoro importante fu la misura del *gradus taurinensis*, che gli attirò critiche avverse per l'irregolarità dei metodi, e risultati assai divergenti da quelli ottenuti altrove, e finì con il trascinarlo in una polemica con l'astronomo francese Dominique Cassini. Nella cerchia torinese Beccaria era generalmente detestato per il suo carattere superbo, geloso e stizzoso. Sebbene avesse accettato con slancio le nomine a membro dell'Accademia delle scienze di Bologna e della Royal Society di Londra, si rifiutò di appartenere alla Società scientifica Privata Torinese che poi divenne la Reale Accademia delle scienze di Torino. Morì a Torino il 27 maggio 1781.

La ricerca scientifica di Beccaria fu caratterizzata dall'esigenza di passare dal qualitativo al quantitativo, definendo la fisica come la ricerca di quelle proprietà che si possono scorgere nei corpi. Egli si propose di stabilire condizioni, limiti e regole della fisica sperimentale, dando forte importanza all'esperimento inteso come il momento in cui l'esperienza viene ripetuta e descritta in termini matematici [65].

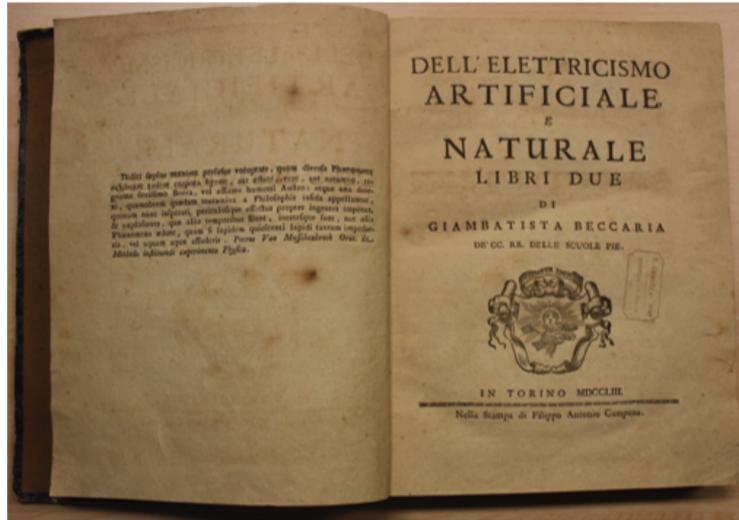


Figura 1.20: Frontespizio dell'*Elettricismo artificiale e naturale* di Beccaria (Biblioteca di Fisica del Dip. di Fisica dell'Università di Torino)



Figura 1.21: Porta del Gabinetto di Fisica al Palazzo del Rettorato in via Po e busto di Beccaria

Beccaria fu inoltre autore di un importante cambiamento nell'insegnamento della fisica fondandolo da un lato sull'approccio matematico nello studio dei fenomeni naturali, e dall'altro sul metodo sperimentale con stampo galileiano e newtoniano. A tal proposito, è possibile analizzare il manoscritto delle sue lezioni consultabile in triplice copia presso la Biblioteca Nazionale di Torino e l'Accademia delle Scienze di Torino. Il volume, intitolato *Institutiones in Physicam* (figura 1.22), illustra con osservazioni e sperimentazioni la nuova fisica dell'epoca ed ebbe notevole diffusione negli ambienti scientifici torinesi. Il testo si compone di una parte di testo e di una serie di tavole a china (come quella in figura 1.23) atte a descrivere gli esperimenti presenti nel testo.

In questo testo Beccaria esponeva le esperienze di Galileo e le leggi formulate da Newton; si interessava al problema della coesione dei corpi, integrandole con gli esperimenti di Musschenbroek. Si interessava all'Ottica newtoniana e non perdeva di vista gli sviluppi più recenti della fisica sperimentale, interessandosi all'elettricismo frankliniano. Beccaria, mentre da un lato richiamava la fisica all'analisi degli aspetti fenomenici dei corpi, restringendone il campo di indagine e reclamando l'autonomia del sapere scientifico sia dalla metafisica che dalla teologia, dall'altro si preoccupava di puntualizzare gli aspetti negativi di una ricerca scientifica fondata su ipotesi sperimentalmente non verificabili. E metteva in guardia contro i gravi errori in cui incorre una ricerca che, per timore di ripetere i passi falsi dei peripatetici e dei cartesiani, si limita ad accumulare osservazioni ed esperimenti senza esser poi in grado di fornire la necessaria "spiegazione" dei fatti osservati e sperimentati. Le lezioni, denominate nel testo *institutio*, affrontano le diverse tematiche fisiche passando da pressione, studio dei moti, equilibrio, elettricità ("de electrica"), fluidi, aria e calore. [65]

Fu proprio sulla scia della fisica sperimentale che un gruppo di suoi allievi diede vita alla *Societas Privata Taurinensis*, l'attuale Accademia della Scienze di Torino nel 1757: si trattava del conte Angelo Saluzzo di Monesiglio, del medico Gianfrancesco Cigna e del matematico Luigi Lagrange, che avevano preso parte alle attività sperimentali di Beccaria nel suo laboratorio conducendo esperimenti di chimica, elettrologia e scienze naturali.

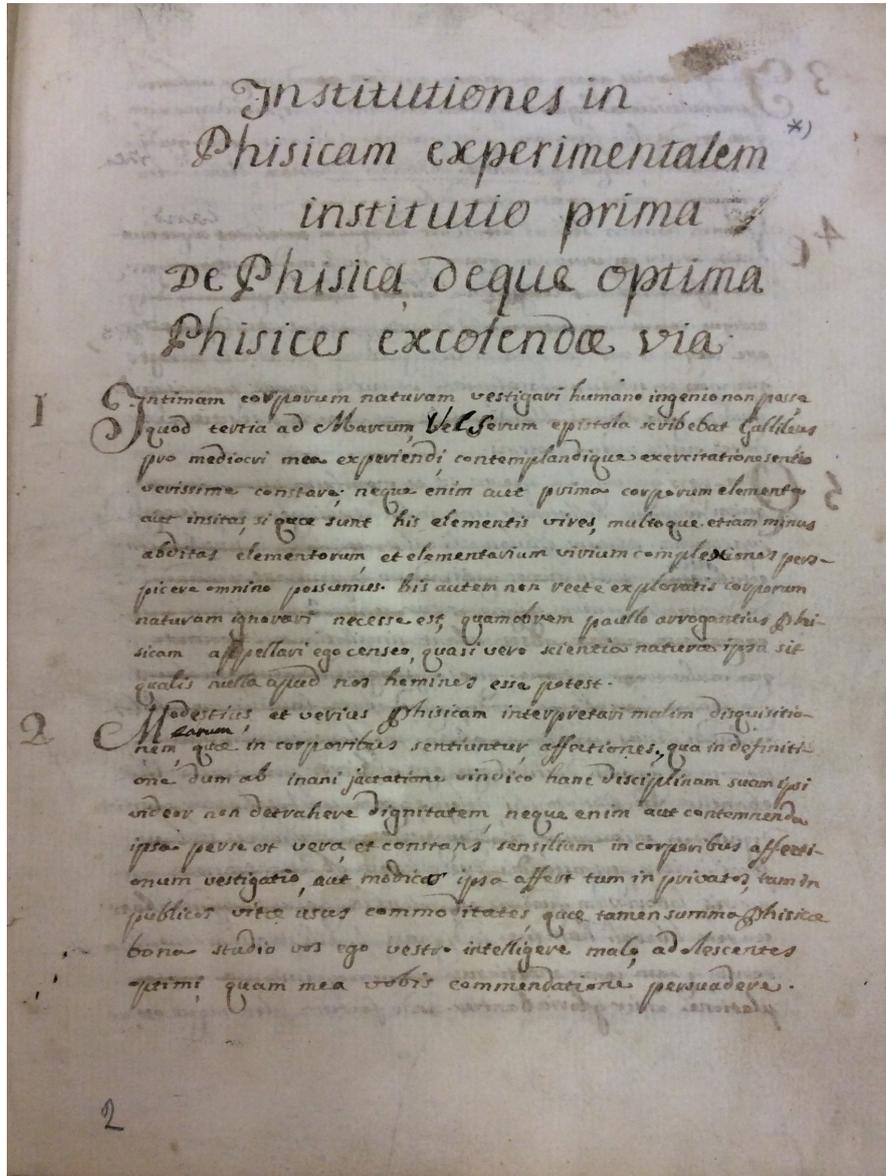


Figura 1.22: Frontespizio del manoscritto *Institutiones in Phisicam experimentalem* (BNT, K3-V-6)

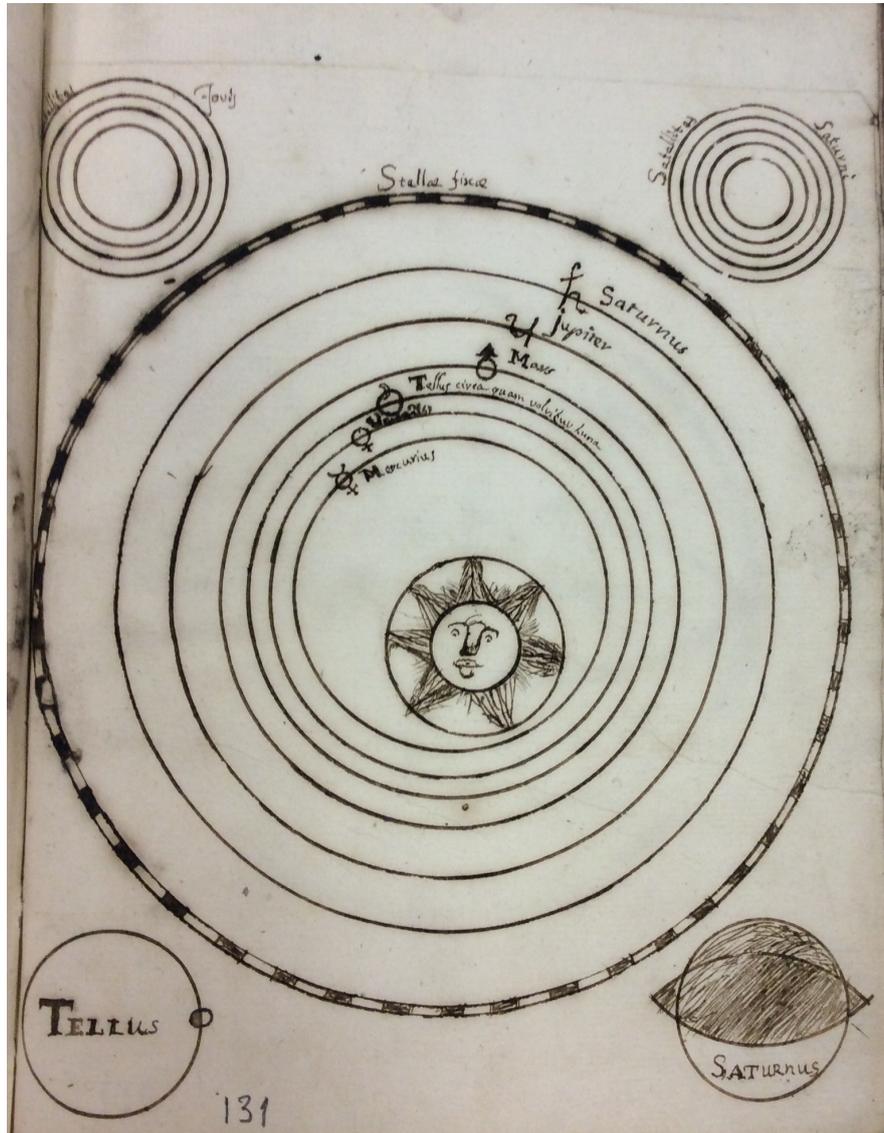


Figura 1.23: Tavola delle Institutiones di Beccaria raffigurante il sistema solare, (BNT, K3-V-6)

1.2.2.1 L'Inventario delle Machine

Uno dei documenti più preziosi riguardante il Gabinetto di Fisica nell'epoca di Beccaria, è certamente l'*Inventario delle Machine*, che fa riferimento agli anni 1759-1765 (figura 1.24). Questo inventario, conservato presso la Biblioteca del Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino, è un volume di 35 cm x 23,5 cm rilegato in pergamena. Le pagine sono numerate fino a 114, e una carta non numerata ("*Nota delle Macchine rimesse al P. Maestro Cossù...*") è inserita fra le pagine 34 e 35. Mancano le pagine 91, 92, 93, 94, cioè quelle che dovrebbero elencare i "Modelli anatomici in gesso, ed in cera" e quelle posteriori alla 114, che dovevano contenere la descrizione del "Sistema celeste con tutte le costellazioni". L'elenco degli strumenti non riguarda solo la strumentazione del Gabinetto di Fisica, ma anche modelli anatomici, preparazioni anatomiche e armi antiche.

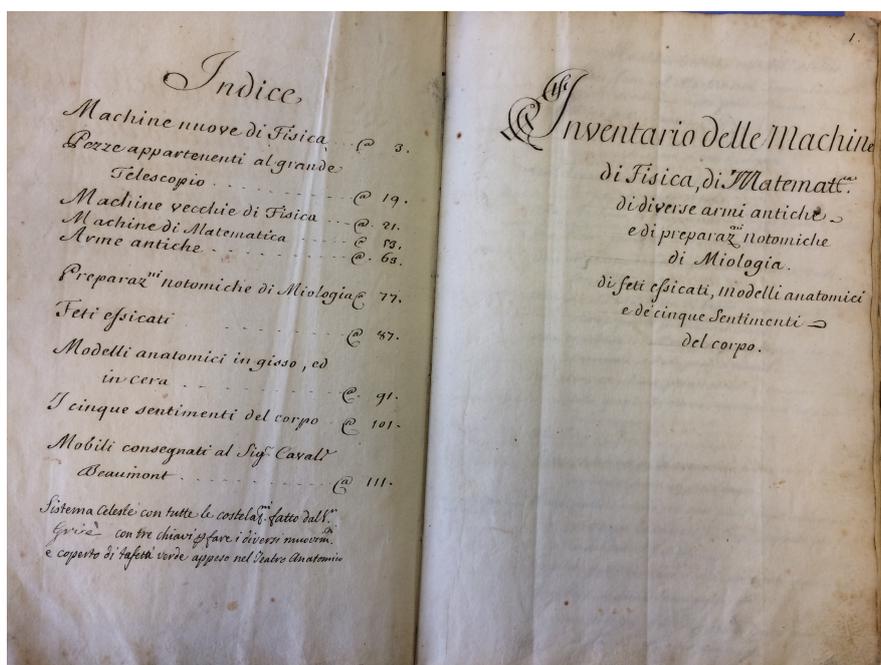


Figura 1.24: Indice dell'Inventario delle machine (Biblioteca del Dipartimento di Fisica, Torino)

Michele Ceriana Mayneri, direttore della Biblioteca di Fisica fino al 1998, ha realizzato una descrizione dettagliata del contenuto del volume. [15]

Da tale analisi è emerso che 232 voci dell'inventario si riferiscono a "*Machine Fisiche dell'Abb. Nollet*" e altre fatte dal macchinista Francalancia.

18 voci, poi, riguardano il "*Telescopio grande, costruito dal Sig. Thibaut, sotto la direzione del Rev. Pad. Beccaria*" (figura 1.25) (si tratta del telescopio fatto costruire da Beccaria che, alloggiato unitamente ad altri strumenti astronomico-

geodetici in un piccolo osservatorio sistemato in via Po, gli permise tra il 1760 e il 1764 le operazioni di misura del gradus taurinensis). [15]



Figura 1.25: Dettaglio dell'*Inventario delle macchine*, sezione "Inventario delle pezze appartenenti al Telescopio grande"

All'interno del documento vi è poi l'*Inventario delle macchine vecchie di Fisica*, ed altre, le quali si trovano nelle camere attigue al Teatro Notomico" contenente 155 articoli, e le "Macchine le quali si trovano sopra le guardarobe", comprendente 23 voci.

Di tutti questi strumenti, pochi sono quelli che, con certezza, sono stati individuabili nell'inventario del 1835 (conservato al Museo di Fisica): un baroscopio, una bilancia, due specchi ustori e i primi elettroscopi (pendoli di Canton). I pendoli elettrostatici, in particolare, oggi si possono osservare nella sala Wataghin dove è esposta una porzione della strumentazione del Museo e sono uno degli strumenti centrali delle attività didattiche sviluppate.

Dall'analisi del documento è possibile identificare la collocazione degli strumenti del Gabinetto di Fisica: in particolare, una "prima camera" è nominata in testa alla pagina 3, con le sue "scanzie" che, come si vede dall'intestazione di questa pagina e da quella della pagina 7, dovevano avere due piani: e qui si trovavano le "Machine di Fisica nuove". A pagina 21 si parla delle sopra citate "Machine vecchie di Fisica, ed altre le quali si trovano nella camera attigua al Teatro notomico". Possiamo perciò identificare due stanze di strumenti. Sulla esatta ubicazione delle stanze dà notizie interessanti la "Guida de' forestieri per la Real città di Torino" di G.G. Craveri:

"A' due lati del Cortile [dell'Università] trovansi due grandi Scale marmoree, che conducono alle Gallerie superiori. Ivi è la Pubblica Libreria, consistente in un amplissimo vano... Attiguo alla Libreria v'è il Museo delle Antichità, cioè Medaglie in oro, in argento, ed in metallo, che ascendono al numero di 30.000, e più, come pure di Statue, Idoli, Pietre, Cammei, ed altre simili cose. Dall'altra parte delle Gallerie trovasi il Teatro Anatomico, e vicino a questo vi sono le Camere, dove si conservano le Macchine spettanti alla Fisica, di cui ogni anno si fanno le esperienze del suo rispettivo Lettore".

Nell'Inventario delle machine si trovano due pagine non numerate che contengono l'elenco delle “*macchine rimesse al P. Maestro Cossù*” (figura 1.26) per l'Università di Cagliari comprendente 37 voci, 18 delle quali si riferiscono alle “Machine di matematica”.

All'Università di Cagliari vennero infatti inviate sette casse di attrezzature contenenti una «macchina elettrica con un quadro di Franklin rimessa dal P. Beccaria» e due «boccie di Leiden armate» per le esperienze sull'elettricità; gli «emisferi di ottone» (di Magdeburgo) e una «macchina pneumatica» col corredo degli accessori per le esperienze nel vuoto; una «fontana di Erone» per gli esperimenti sulla pressione atmosferica, e numerosi altri strumenti, fra i quali una fornita dotazione di apparecchiature per le dimostrazioni didattiche di meccanica. Gli apparecchi provenivano in larga parte dalla dotazione del gabinetto di fisica dell'Ateneo torinese, ma alcuni di questi erano espressamente «Macchine provvedute per l'Università di Cagliari delle quali non eravi il doppio all'Università di Torino». (Archivio di stato di Cagliari, Regie Provvisioni, b. 4, f. 34, s.d., Nota delle macchine provvedute per la Fisica sperimentale nell'Università di Cagliari).

Nota delle Macchine rimesse al P. Maestro. Cossu
 Professore di Fisica nella R.^a Università di Cagliari

Una Macchina Pneumatica
 Due Cuspidi d'Ottono
 Due Scalati di ferro, l'una delle quali entra nell'altra con un Cilindro
 di piombo contenuto nell'interno
 Un piano inclinato con questo di cerchio
 Un piano inclinato con due assi di legno uniti nella loro base, che rotolano
 lungo il piano
 Un piccolo piede di legno con carta tagliata a forma di piano inclinato
 Una Bilancia
 Tavolella con martello sotto, e con un piccolo tonno a due rotoli
 Tavolella con braccio di ferro, che porta due martelli di legno
 Un telaio di metallo con due pietre frangia; una scopa di ferro con bracciato
 d'acciajo e una vite femmina d'ottone
 Una macchina per mostrare la porzione de' liquidi in ragioni dell'altezza
 con due vasi di vetro cilindrici
 La Bilancia idrostatica con tre vasi di vetro
 Un Cilindro cavo d'Ottono, che si se racchiude un Cilindro sodo
 Una Caspella di ferro divisa in due con due pendoli di piombo che dentro
 di essa oscillano
 Un Mulinello doppio di legno
 Una vite prospettiva sopra il suo piede
 Un organello di legno, che gira intorno al suo piede
 Una macchina a ruote dentate d'Ottono porta sopra un piede di legno
 La macchina delle forze Centrali con quella de' pendoli, e due bracci mobili,
 l'uno con due palle d'avorio, l'altro con quattro festolette d'Ottono

Figura 1.26: Elenco degli strumenti dati a Padre Cossu per l'Università di Cagliari (Biblioteca Fisica, *Inventario delle machine*)

1.2.2.2 Gli strumenti acquistati da Beccaria

Durante il periodo in cui era macchinista Carmelo Francalancia, arrivò Padre Beccaria e insieme arricchirono il Gabinetto con nuovi strumenti. In una nota sui mandati di pagamento risalente al maggio 1749 possiamo leggere: "Spedito mandato al Macchinista Carmelo Francalancia di L. 112.13, quali sono in rimborso di altrettante spese nelle cose descritte nell'annessa nota sottoscritta dal P. Beccaria il tutto per servizio delle sperienze fisiche fattesi dal suddetto prof.

dal principio di quest'anno" a cui segue l'elenco di tutte le spese, tra cui *"il trasporto delle machine nella stanza del Teatro notomico, vasi, ampolle, spirito per fermentazioni chimiche e una macchinetta con pendolo tra gli archi della cicloide, per misure in tempo della caduta de' corpi"*(ASUT, Mandati XII.C.2). Il "teatro notomico" citato in questo mandato di pagamento, citato anche nell'inventario delle machine (si veda paragrafo 1.2.2.1), era stato costruito per volere di Vittorio Amedeo II. Questo teatro anatomico, che nel corso degli anni diventerà un anfiteatro "capace di 400 e più persone"[70] era utilizzato anche per l'esecuzione di esperienze di fisica. Come riportato nei Regolamenti per l'Università del 1772, il professore aveva infatti il compito di effettuare *" ne' giorni di sabbato, ne' quali sarà libero il Teatro Notomico, farà le sperienze pubbliche intorno le materie trattate nella settimana"* [25].

Scorrendo gli elenchi dei materiali di consumo acquistati in quegli anni, si trovano voci assai inusuali ai giorni nostri, tra cui *"uccelli uccisi in diverse esperienze, per visciche, mercurio, per spirito di vino nel dimostrare l'equilibrio de' solidi colli fluidi, quando questi al calore si rarefanno, per colore rosso, per quattro caraffine di Bologna"* (ASUT, Mandati XII.C.2).

Sono presenti altre note di spesa, fatte da Carmelo Francalancia:

- 17 luglio 1750, Spese per esperienze fisiche, ed in particolare : *"per la macchina della ruota con suo Mandrino tornito, e tagliole d'ottone attaccate al Mandrino, due coppe di bilancia con i suoi pesi di piombo, per una bilancia fatta diversa dal comune e nella statera lunga e nel suo centro mobile con sue coppe fornite, due barometri, un termometro indicante il caldo del mercurio bollente, ed il freddo [...]"*.
- 3 febbraio 1751 vi è un mandato di L. 132 *"per la costruzione ed uso del microscopio solare* (si veda paragrafo 1.2.1.2), *ridotto novamente a perfezione per osservare li corpi fluidi composto di specchio mobile facendo tutti i versi in faccia al Sole di tre lenti, altro specchio, molti cerchi d'ottone tubi di granatiglia con viti ciascuna delle quali è adattabile a ciascun'altra, quindici viti fisse, ed una mobile con sua colissa per portare l'oggetto alla dovuta distanza, ed altre attinenze zecchini [...]"*; e *"per quattro palle di vetro adoperate a dimostrare la falsità delle sperienze di Hartsockevo due colipite di vetro per fare il getto della fontana a fuoco a forza della pure dello spirito di vino"*.
- 3 giugno 1751 d'ordine del P. Beccaria mandato di L. 234
- 23 agosto 1751 mandato di L. 227 per il pagamento di una pompa, e lavori del medesimo fatti a servizio del museo

Va ricordato che, nel 1752, in seguito alla morte di Giulio Accetta che per 22 anni aveva insegnato matematica all'Università, molti degli strumenti fisici da lui posseduti vennero acquistati dal Gabinetto di Fisica, accrescendo la collezione.[70]

Nel periodo in cui Beccaria occupò la cattedra di Fisica e Giuseppe Francalancia divenne macchinista, intorno al 1757-58, si incrementarono notevolmente le spese per il Gabinetto di Fisica, in particolare per esperienze di elettrostatica. Un pagamento di lire 200, datato 9 gennaio 1758, a Giuseppe Francalancia documenta che l'anno 1757 *ha badato a custodire, conservare, pulire le macchine, ed ha assistito ad apparecchiature, e fare le sperienze, che sono solite a farsi pubblicamente nel teatro Anatomico nel corso dell'anno. Sott. Beccaria Prof. di Fisica* (ASUT, Mandati XII.C.3).

Sicuramente di interesse risultano i numerosi riferimenti a lavori di manutenzione e messa in funzione delle *Macchina Ellettrica*, così veniva citata, con ogni probabilità si tratta della della “grande macchina elettrica” di cui a fine Ottocento si conservano ancora “sebbene assai guasta, alcune parti” [70]. Purtroppo nè questa nè altre macchine elettriche settecentesche dell'epoca di Beccaria sono sopravvissute entrando a far parte della collezione del Musei di Fisica.

A tal proposito, risulta interessante un altro mandato di pagamento del 16 febbraio 1758, riporta un lungo elenco di “*Macchine per le sperienze elettriche*” per un ammontare di spesa di ben 402 lire (figura 1.27).

Macchine per le sperienze elettriche	
Per la stanza con cannone lungo due braccia	115
Per portarla a deattare con una spranga di ferro	14
Per il Corpo della macchina elettrica	48
	<u>177</u>
Somma di tutto scritta 177	
Per i piedi d'oro, cioè di un grespo via con le madreviti corrispondenti	
Due per il globo, otto per i piedi, e due cursori di ferro per sostenerlo, e trasportare la Piazza con i ricettori di ferro corrispondenti trave	32
grosi a scappella, ornati d'occhi d'ottone	15
Per la Piazza con suo perno di ferro	
Per otto porte fusce da adattarsi intorno ai piedi della macchina &c	
lunghe da adattarsi sotto il quadro di Franchini, due da appenderli alla Cassone	19
Per i piedi, grespi, mofici della macchina con suoi piedoli sostegno	79
Per due legami da isolare doppi formati ciascuno con nove viti per racchiudere le teste dei piedi d'oro e per i piedi d'oro mofici	13.10
Per il globo della macchina, suoi ricettori, mastice &c	4.18
Per un cannone di Lata di brescia, che serve di grespo conduttore ornato di quattro sinini &c	11
Per coperto prima di Carta d'oro, e poi per ricoverarlo	8.15.6
Per uno specchio grande di Cristallo, e sua armatura con Capo	35
Per altro specchio grande, ma d'oro ordinario, impiegati nelle sperienze	8
Per un tavolino isolato con grespo vetro che serve allo specchio sud	8.5
Per otto Corasfine d'oro diverse con diversi lavori, e parmarle di foglia d'argento con vite d'ottone &c	8
Per un fuso isolato con grespo vetro con sua Molla d'acciajo forata di testa e piedi d'ottone	10
Per un globo di Cora d' Spagna adattarsi di una vecchia macchina	
libra due di Cora d' Spagna	10
Per adattatore la ind. vecchia macchina, cioè per fare aggiungere i due stanti di legno e per rifare la braga di ferro	3.8
Per una Tavola di Cora d' Spagna, che suole imbracciare che suole	5.15
Per due grespe di A. Seta, che servono a reggere le teste delle due macchine appartenenti a Codem, che servono ad isolare	10
Per due libri di filo d'ottone	5
Per sette libbre concia	1.10.6
Per una libbra di Colofonia, foglia di metalli d'oro, zappo di torace	
spirito d'Umo, e vari diversi impiegati nelle sperienze	7
Torino gli 11. febbrajo 1788. = scritto Roccaia	407.1
all'archivio V. A. spedica il Mandato di Fraghone Riforma	

Figura 1.27: Elenco delle spese per “Macchine per le sperienze elettriche” (ASUT, Mandati XII.C.3)

Sempre a proposito della macchina elettrica di Beccaria, i mandati riportano alcuni dettagli interessanti e, talvolta, pittoreschi nelle voci di spesa: *“Per i cabasini per far girar la ruota della Macchina Ellettrica per tre mattinate nel teatro notomico in tempo delle Esperienze”* (ASUT, Mandati XII.C.3).

I “cabasini”, ovvero i facchini, erano pagati per il trasporto degli strumenti e delle macchine dal Gabinetto di Fisica al luogo in cui venivano condotte le lezioni e le esperienze pubbliche e private.

I cabasini venivano inoltre pagati *per cavar acqua per il molino, per aver fatto aggiustar i piedi della cassa della macchina pneumatica, per far alzar il piano inclinato, e farlo attaccar alla Galleria del teatro notomico, e poi farlo dismontare.*(ASUT, Mandati XII.C.3)

Gli esperimenti realizzati da Beccaria durante le sue lezioni, nell’anno accademico 1758/59, vengono documentati da un pagamento a Francalancia, datato 3 agosto 1758, in cui si elencano varie voci di spesa, tra le quali le seguenti:

- *per lavori per servizio degli sperimenti fisici fatti dal P. Beccaria*
- *Accomodato una macchina per la cascata de’ corpi nel vuoto*
- *Aver fatto mettere la testata di bosco alla Macchina di pendoli*
- *Aver accomodata un’altra macchina della cascata di corpi dell’ab. Nolletti Cabasini a far cavar acqua per esperienze d’Idrostatica*
- *Cabasini a far cavar acqua*
- *Spirito di vino per pirometro*
- *Aggiustare bilancia idrostatica*
- *Un cannocchiale che serve, come i cannocchiali ordinari, ed inoltre serve anche a vedere di notte ed attraverso la nebbia, e per diversi tubi e vetri*

A seguire, nel mandato di pagamento del 16 febbraio 1760, si parla di una macchina aerometrica di cui si trova il riferimento anche nell’Inventario delle machine a pagina 18. Questa “macchina aerometrica”, del costo di 250 lire, per misurare la quantità, il peso e l’umidità dell’aria, corredata di un barometro, di un igrometro e di un orologio. Nel documento archivistico si legge:

descrive per tutti i momenti del giorno la quantità della gravità, e la leggerezza dell’atmosfera dell’umido, e del secco, che regna nell’aria, tal machina è composta d’un orologio che in venti quattro ore fa correre uniformemente per tutta la sua larghezza, una tavoletta divisa verticalmente in venti quattro parti corrispondenti alle venti quattro ore, e divisa orizzontalmente nei diversi gradi d’umido, e secco e della diversa qualità dell’aria (ASUT, Mandati di pagamento XII.C.3) (figura 1.28).

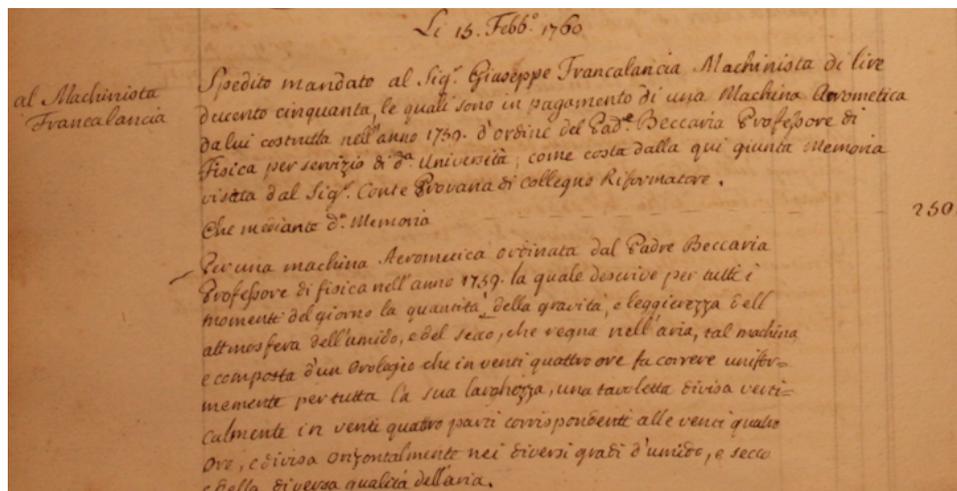


Figura 1.28: Mandato per “macchina aerometrica” (ASUT, Mandati di pagamento XII.C 3)

Un mandato del 2 settembre 1760 di lire 256 per spese e travagli fatti per le macchine nove e [...] vecchie, elenca tra le altre cose, spese per:

- rane
- un tubo di vetro per i portanti della macchina delle forze centrali
- una macchina che rappresenta come i Pianeti descrivono aree eguali in tempi eguali nelle eclissi (leggasi “ellissi”) eccentriche intorno al Sole
- un ampolla armata di fili a piede d’ottone con sifone rovesciato
- un barometro con una gamba divisa in due per misurare l’azione del fulmine dall’aria
- altra simile che serve a misurare l’azione del fulmine sul acqua
- cannone di latta con le scatole, e diaframmi
- due bocie di leiden col manico armato di filo di ottone

Un elenco analogo, del 9 luglio 1763, di lire 198, elenca spese varie, tra cui quella per due globi di vetro coi suoi boschi torniti per la macchina elettrica (ASUT, Mandati di pagamento XII.C.4).

Altre note di spesa fatte nel periodo in cui la cattedra era coperta da Beccaria, si trovano:

- 2 maggio 1764, un mandato a Beccaria di lire 148, per pagare i lavori fatti dal fu Macchinista Francalancia, tra cui si annovera un globo per la macchina elettrica e un piccione per detta macchina [elettrica]

- 24 Luglio 1764 Spese *per un ampolla armata di fili a piede d'ottone con sifone rovesciato, per un barometro con una gamba divisa in due per misurare l'azione del fulmine dall'aria, per altra simile che serve a misurare l'azione del fulmine sul acqua, un cannone di latta con le scatole, e diaframmi*

A prendere il posto di Francalancia nel 1765 è Michelangelo Zanata (o Zanatta), che fa le spese per il Gabinetto per conto di Beccaria. Tra questi troviamo:

- 27 febbraio 1765 un elenco di spese, tra cui *due casse di barometri portatili*
- 30 dicembre 1765, spese per un ammontare di lire 353 per lavori di manutenzione degli strumenti, materiale di consumo e pagamento dei lavori fatti dai cabasini
- 21 giugno 1766 spese per lire 288
- 20 marzo 1767 si trova un elenco spese per un totale lire 320 relativo all'acquisto di materiale i consumo e necessario per la riparazione degli strumenti del Gabinetto
- il 7 gennaio 1780 si trova un lungo elenco di spese, di lire 216, tra cui il rimborso *per aver fatto una bussola di calamita a due indritti, con cerchio in mezzo diviso, e graduato da ambedue le parti, numerato con quattro lastre d'ottone che servono per sostenere l'ago o sia sfera con due coperchi di giassa e cerchi d'ottone incastrati a forma di doppia tabacchiera con suo piede triangolo con base rotonda sostenuto da tre viti, e madre viti per metterlo a livello con suo piombino e fattoli sei sfere in tutto* (ASUT, Mandati di pagamento XII.C.5)
- 5 gennaio 1781, un altro elenco, per lire 209, tra cui *per una pelle di gatto selvatico; per una pistola elettrica; per aver fatto tre igrometri con mercurio; per due casse di barometri portatili; per cilindro elettrico e montatura di esso* (ASUT, Mandati di pagamento XII.C.5)

1.2.3 Dalla Rivoluzione Francese alla Restaurazione (1781-1814)

A succedere il Beccaria, tra il 1781 e il 1788 arriva **Domenico Canonica**. Egli, già preposto dal 1764 alla custodia del gabinetto di Fisica, era stato nominato professore straordinario dal 1772 e assisteva Beccaria nelle esperienze pubbliche e private oltre ad aiutarlo nelle osservazioni astronomiche [63]. A lui si devono molte delle misure che hanno portato al gradus Taurinenses. In riferimento al periodo in cui insegnò Canonica non si trovano molti acquisti, se non quello relativi ai materiali di consumo necessari per le esperienze fatte da Zanatta, in

particolare in data 21 maggio 1781, spesa per lire 402 e in data 7 gennaio 1782 spesa per lire 134.

A causa dello stato di salute di Canonica, dal 1788 arriva alla cattedra di Fisica, l'abate **Giuseppe Antonio Eandi** (1735-1799). Eandi iniziò ad apprezzare la fisica seguendo le lezioni del padre Beccaria, fino a che nel 1761 fu dichiarato professore di Filosofia ed inviato a Savigliano [69, 63], dove decise di scrivere un corso di Filosofia per le scuole secondarie, che si componeva di dissertazioni sulle diverse tematiche della fisica allora conosciuta: proprietà dei corpi, le forze, la pressione, la gravità, la statica e i moti, fenomeni celesti, i liquidi e l'idrostatica. Sempre a Savigliano tenne lezioni sull'elettricità positiva e negativa. [9]

Nel 1776 venne nominato professore sostituto di Beccaria e talvolta lo sostituì durante le lezioni. Nel 1781 la chiamata di Canonica sulla cattedra di Fisica portò Eandi a coprire quella di Geometria.

Eandi fu tra i fautori della realizzazione dell'osservatorio astronomico. Nel 1788 fu chiamato a coprire la cattedra di fisica, focalizzando il suo interesse alle applicazioni della disciplina in medicina, nella tecnica e nella chimica. Condusse anche ricerche sull'aria, sulla combustione e sull'elettricità animale e artificiale. Relativamente al periodo in cui insegnò Eandi, si hanno spese per il Gabinetto di Fisica, tutte relative ad acquisti di materiali di consumo e per il pagamento relativo al trasporto di macchine: in data 8 ottobre 1791 per lire 430, 29 ottobre 1792 spese per lire 272 e 25 agosto 1796 spese per lire 267 (ASUT, Mandati di pagamento XII.C.7).

Il suo trattato *Physicae experimentalis lineamenta ad subalpinos* (figura 1.29), scritto in collaborazione col nipote **Antonio Maria Vassalli Eandi** (1761-1825), ebbe ampia diffusione in Italia e all'estero e rappresentò il primo esempio di testo per lo studio universitario della fisica edito in Piemonte, testo oltretutto ispirato alle più recenti ricerche scientifiche in ambito internazionale [63].

La ricerca di Vassalli Eandi riguardò inizialmente il fenomeno del bolide del 1784 e l'analogia di questi fenomeni con l'aurora boreale e col fulmine, stabilendo che possono essere ammassi di fluido elettrico che passano da un luogo elettrico per eccesso ad uno per difetto. Questa ricerca lo introduce nell'ambito scientifico. Seguendo gli insegnamenti di Beccaria, di cui fu allievo, Vassalli Eandi si occupò di elettricità, promosse la diffusione dell'uso del parafulmine, inventò un particolare tipo di elettrometro e misurò la diversa conducibilità elettrica di metalli.

Nel 1789 con la morte di Eandi, il nipote chiese, in segno di riconoscenza, di aggiungere il cognome dello zio al proprio.

Il 3 agosto 1792 fu nominato professore aggiunto di Fisica all'Università di Torino. Dopo aver dato alle stampe un saggio del sistema metrico della Repubblica francese, con il quale aveva introdotto e divulgato il sistema metrico decimale, il 1799. Fu nominato a far parte della Commissione dei pesi e misure a Parigi in rappresentanza del Regno di Sardegna in sostituzione del conte Prospero Balbo. Al ritorno a Torino, portò "il ferreo autentico modello dell'archetipo di metro". Nel frattempo, l'Università, chiusa il 2 novembre 1792 per volere di Vittorio Amedeo II, riaprì il 15 dicembre 1798 per ordine del Governo provvisorio.

Vassalli Eandi, richiamato a Torino nel 1800, dopo la battaglia di Marengo, fu nominato professore di Fisica, dove vi rimase fino al 1814. Nel 1804 divenne segretario dell'Accademia delle Scienze e, in tal modo, fu incaricato della cura della specola dell'Accademia, dove erano collocati gli strumenti osservativi di Beccaria. In quegli anni fu anche nominato direttore dell'Osservatorio meteorologico dell'Accademia, proseguendo le sue ricerche in questo campo [10]. Col decreto del 10 maggio 1806, l'Università venne a dipendere direttamente da Parigi. Nel 1810 nacque la facoltà di Scienze, con nove cattedre (oltre a Fisica, Chimica, Minerologia, Zoologia, Anatomia comparata, Matematica trascendentale, Meccanica, Idraulica, Astronomia). Infine nel 1814 la *Restaurazione* riportò l'ordinamento a quello precedente al 1792.

Le cariche ricoperte e le onoreficenze ricevute in epoca francese costarono a Vassalli Eandi l'epurazione alla Restaurazione. Da segnalare che, oltre alla propria attività di fisico, Vassalli Eandi fu molto interessato ai temi educativi, arrivando a redarre, tra il 1816 e il 1817 un Saggio sopra l'educazione pubblica, da pochi anni dato alle stampe [5].

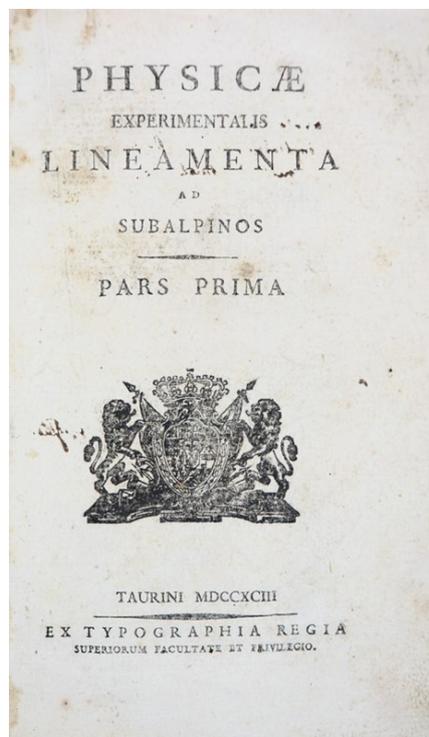


Figura 1.29: frontespizio di *Physicæ experimentalis lineamenta ad subalpinos*, scritto da Eandi e da Vassalli Eandi

Riferito a Vassalli, professore straordinario di fisica (così denominato perchè la cattedra era ancora coperta dallo zio Eandi), si trova il mandato del 21 aprile 1797 e di lire 250, in cui si parla, tra gli altri, dell'acquisto *di diversi elettrometri, vasi di cristallo, sifone triplice [...]* (ASUT, Mandati di pagamento XII.C.7). Seguono poi gli acquisti fatti dallo stesso Vassalli nel periodo in cui era professore di Fisica, con le seguenti note di spesa (ASUT, Mandati di pagamento XII.C.8):

- 5 gennaio 1801, acquisti per lire 125 dal macchinista Giovanni Bordogna, diventato macchinista dopo Zanatta, tra cui *campane di cristallo*
- 12 maggio 1801, acquisti di materiali di consumo per lire 224
- 10 settembre 1801, una nota di spesa di lire 102, dove si parla di *un disco per la macchina elettrica*
- 10 dicembre 1802, un elenco di spese per lire 105
- 13 novembre 1802, in una nota spese si fa riferimento ad una *nuova macchina pneumatica e per strumenti da utilizzare per esperienze sul galvanismo*
- 1803 spesa significativa per un ammontare di lire 587 per il Gabinetto di Fisica

1.2.4 *Jest à Turin (1814-1826)*

Come successore di Vassalli Eandi, nel 1814 arrivò **Giorgio Follini** (1756-1831), che era stato insegnante di filosofia a Ivrea. Fu segretario dell'Accademia delle Scienze di Torino dal 1822 al 1826, succedendo proprio a Vassalli Eandi. Si occupò soprattutto dei fenomeni elettrici e delle possibili applicazioni dell'elettricità in medicina, pubblicando diversi lavori tra cui "Memoria fisica sull'uso del fuoco elettrico in medicina" (1795). Scrisse inoltre la "Teoria elettrica brevemente esposta ad uso della studiosa gioventù" (Ivrea, 1791) e "Physicae experimentalis elementa" (1823). [63]

Nello stesso anno in cui Follini divenne professore di Fisica, fu nominato come macchinista Enrico Federico Jest. Nei mandati di pagamento (ASUT, Mandati XII.C.12) troviamo infatti la seguente nota, firmata da Follini:

Aumento a Federico Jest per aver preso la patente

Dichiaro in infrascritto che il Sig. Macchinista Jest ha nel corrente anno fatto i lavori nuovi portati dalle R. Patenti di sua nomina, e che questi oltrepassano anzi l'importare di quanto era in obbligo di fare.

Torino, li 8 ottobre 1814

Follini Prof. Di Fisica

Enrico Federico fu il primo rappresentante della "dinastia Jest", ovvero della famiglia di macchinisti che per quasi un secolo lavorarono per l'Università di

Torino nel ruolo di macchinisti, oltre a lavorare per l' Università, gestivano un laboratorio e una bottega con la quale commercializzavano gli strumenti scientifici da loro costruiti. Molti di questi strumenti di fattura Jest si trovano tuttora nelle scuole di Torino e provincia, come vedremo nel capitolo 2, (ma anche a Genova, Cagliari e non solo).

E' possibile apprezzare la numerosità e varietà degli apparati da loro costruiti e venduti attraverso il *Catalogue des principaux instruments de physique, chimie, optique, mathématique et autres a' l'usage des sciences*, un catalogo di strumenti di Enrico Federico Jest e datato 1836 (figura 1.30).

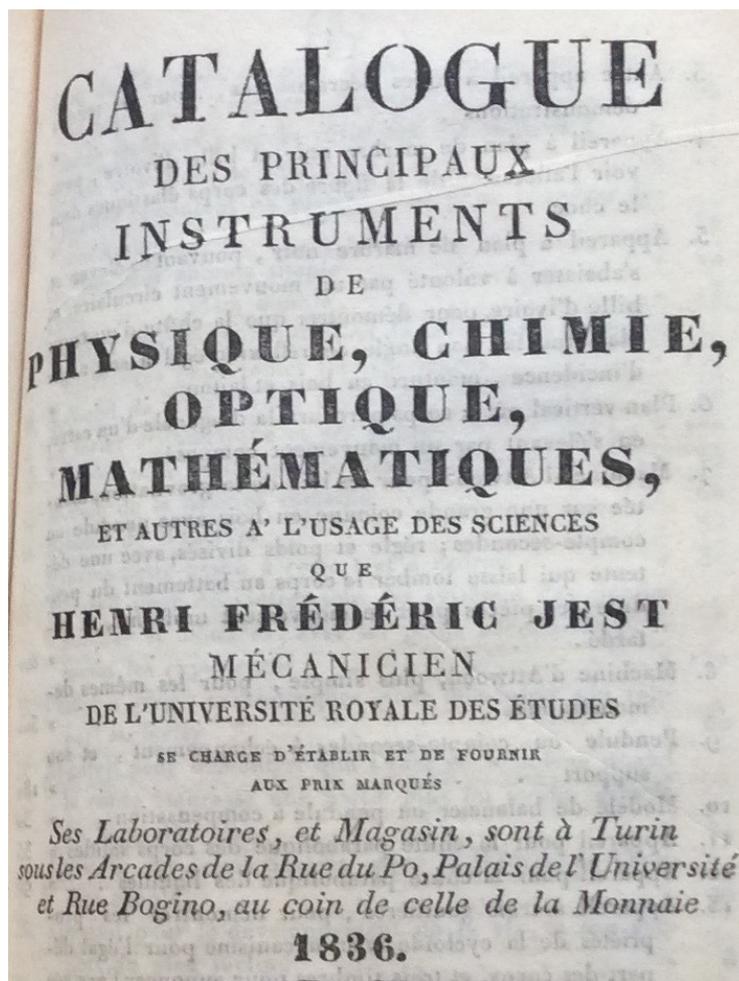


Figura 1.30: Frontespizio del Catalogo Jest (BSCP)

Della “dinastia” fecero parte Enrico Federico Jest, dipendente dell’Università dal 1815 al 1849, cui poi succedette il figlio Carlo fino al 1900. Ad affiancare Carlo in qualità di secondo macchinista, per qualche anno, fu Costante Jest, cugino di Carlo.

Dinastia Jest

Di loro sappiamo che erano abili costruttori di strumenti scientifici nei diversi ambiti della fisica allora conosciuta, dalla fisica classica all’elettromagnetismo, senza dimenticare che va ai Jest il merito nel 1839 di aver portato la fotografia in Piemonte, attraverso la riproduzione della tecnica della dagherrotipia (si veda paragrafo 1.2.5.2).

Il primo pagamento dell’Università a favore di Enrico Federico Jest risale al 1815, come confermato dalla nota sui Mandati di pagamento: “ *Il Sig. Ocelli Tesoriere della R. Università pagherà al Sig. Federico Jest, Macchinista, la somma di franchi centoventicinque per aver accomodato due macchine di fisica, come risulta dalla qui unita di Lui nota ascendente a fr. 136. e ridotta a detti fr. 125., detta nota retificata dal Sig. Ab.te Follini Professore di Fisica, e debitamente visata dal Sig. Censore. E mediante ricevuta di detto Sig. Federico Jest, ed esibizione del presente ne sarà scaricato ne’ suoi conti. Torino il 31 dicembre 1815. [...]*” (figura 1.31) (ASUT, Mandati XII.C 10)

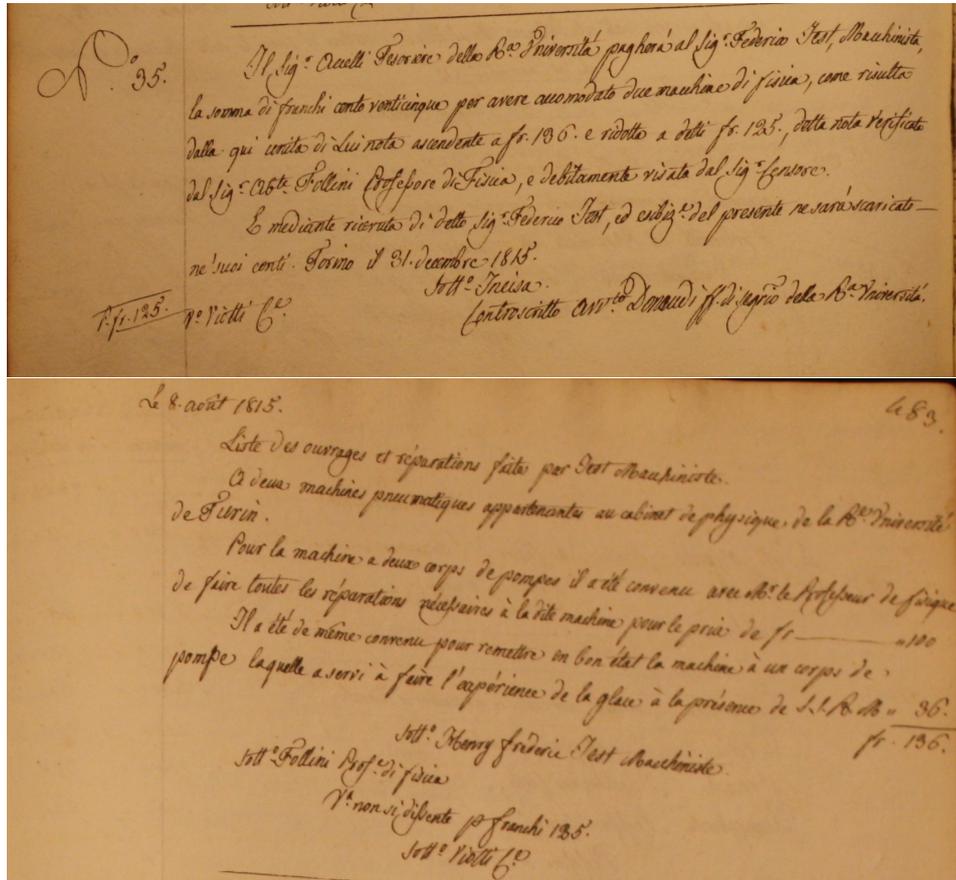


Figura 1.31: Primo pagamento a Enrico Jest (Mandati di pagamento XII.C 10, pp.482-483)

Sui mandati di pagamento troviamo informazioni relative a spese fatte per il Gabinetto, a partire dal 1816, ed in particolare:

- 3 giugno 1816 spesa per provviste per il Gabinetto di Fisica per lire 176, tra cui un *elettroforo del prof. Volta*, ancora presente nella collezione del Museo di Fisica (ASUT, mandati XII.C.11)
- 4 giugno 1816 una nota spesa di lire 162, in cui si parla di *bottiglie di Leiden, [...] un lungo tubo di cristallo per la caduta de' gravi*. In questo elenco si trova la voce di spesa di lire 38 per un pagamento ai fratelli Conti barometrici. (ASUT, mandati XII.C.12)
- 9 maggio 1817 spesa di lire 352 in rimborso a Federico Jest e ai fratelli Conti (ASUT, mandati XII.C.12)

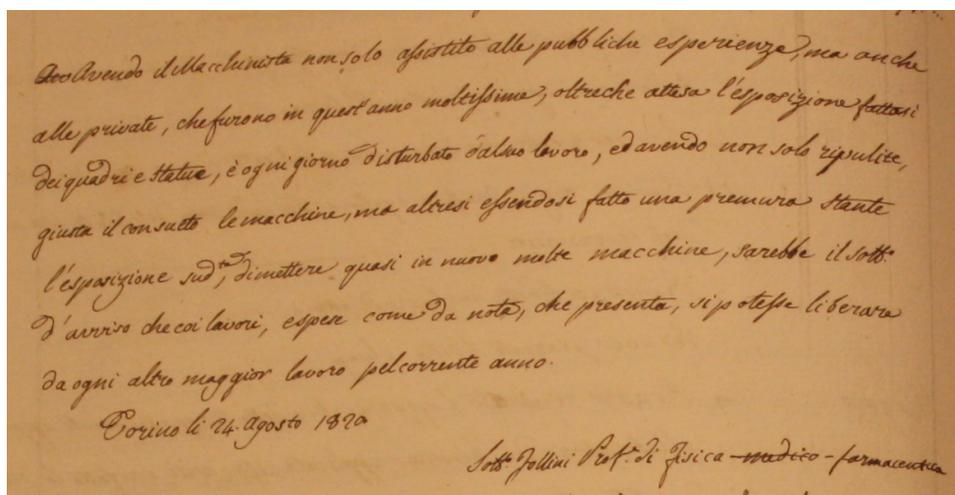
Dichiaro io infaperito che il sig.° Macchinista per oltre d'aver nelle
 scorsi anno ripulito a suo tempo le macchine già esistenti nel gabinetto
 ha pure provisto, e formato di cose macchine di recente invenzione le
 quali senza computare le spese del metallo, dei cristalli, ed altre cose
 simili provviste per la costruzione d'esse si può calcolare l'opera del suo
 impiegata a fr. duecento circa. Tra le macchine sudd.° sono.
 Una Lampada a gaz idrogeno di recente invenzione col suo elettroforo, e d'essa
 di rame con due nobiliti di metallo. = La formazione d'un orologio fisico
 porismatico di cristallo quarzo in ottone = Una Pistola di Volta in metallo
 collocata in quattro nobiliti pure di metallo per la reazione dei Corpi. =
 Una batteria nuova per fruire porumatico. L'armatura con due Viti di Metallo
 per la nuova calamita = L'armatura d'un tubo di cristallo alto due piedi
 per la misura dell'omivolo di smalto nell'acqua. = Due termometri
 di nuova invenzione, uno con cornice tonata l'altro con cornice fessata
 Torino li 2 gennaio 1818. Sotto Follini-Prof.° di fisica

Figura 1.32: Pagamento a Jest per la costruzione di nuove macchine (ASUT, mandati XII.C.12)

- 2 gennaio 1818 pagamento a Jest per la costruzione di nuove macchine di recente invenzione, tra cui una pistola di Volta in metallo [...], la nuova calamita, due termometri di nuova invenzione (figura 1.32) (ASUT, mandati XII.C.12)
- 5 giugno 1818, mandato di spesa, in cui si parla di “una collipilla [probabilmente un’“eolipila”, ovvero un mulinello a vapore] di rame per la nuova esperienza della ebullizione dell’acqua per ottone, e pezzi d’un carretto, che serve per la collipilla, e per la pistola di Volta. Ed inoltre il pagamento a Federico Jest di L.749 per la costruzione di una nuova macchina elettrica”. A questo elenco si aggiunge la spesa di lire 482 per il pagamento del personale che ha prestato servizio per il Gabinetto di fisica (ASUT, mandati XII.C.12).
- 8 ottobre 1818 si trova l’elenco delle spese fatte per esperienze private per un ammontare di lire 394
- l’elenco di spese per il Gabinetto si arricchisce, nel gennaio 1820, di due elettrometri secondo il ritrovamento del sig. Prof. Follini con le sue punte, e con due piattellini a ciascuno pel condensatore per due dischi, uno di zinco l’altro di rame di pollici $5 \frac{1}{2}$ di diametro con manico di cristallo pel nuovo condensatore per un disco d’ottone del diametro di 3 pol $\frac{1}{2}$ unito alla sfera della macchina d’ Theatre despantius; ed inoltre di una macchina

per la dimostrazione dell'elettricità negativa e positiva (ASUT, Mandati XII.C.13)

Al termine di questo elenco di spese, si trova una gratifica del professor Follini in merito al lavoro fatto da Enrico Jest, facendo particolare riferimento alle esperienze pubbliche e alla sua attenta cura alle macchine del Gabinetto: “*Avendo il Macchinista non solo assistito alle pubbliche esperienze, ma anche alle private, che furono in quest'anno moltissime, oltre che attesa l'esposizione fattasi dei quadri e statue, è ogni giorno disturbato dal suo lavoro, ed avendo non solo ripulite, giusta il consueto le macchine, ma altresì essendosi fatto una premura stante l'esposizione sudd.ta, di mettere quasi in nuovo molte macchine, sarebbe il sott. d'avviso che coi lavori, e spese come da nota, che presenta, si potesse liberare da ogni altro maggior lavoro pel corrente anno. Torino, li 24 agosto 1820 sott. Follini prof. di fisica.*” (figura 1.33)



Avendo il Macchinista non solo assistito alle pubbliche esperienze, ma anche alle private, che furono in quest'anno moltissime, oltre che attesa l'esposizione fattasi dei quadri e statue, è ogni giorno disturbato dal suo lavoro, ed avendo non solo ripulite, giusta il consueto le macchine, ma altresì essendosi fatto una premura stante l'esposizione sudd.ta, di mettere quasi in nuovo molte macchine, sarebbe il sott. d'avviso che coi lavori, e spese come da nota, che presenta, si potesse liberare da ogni altro maggior lavoro pel corrente anno.
Torino li 24 agosto 1820
Sott. Follini Prof. di Fisica - medico - farmaceutica

Figura 1.33: Gratifica a Enrico Jest (Mandati di pagamento XII.C. 13)

- Risale al 20 febbraio 1821 un elenco di strumenti acquistati da Antoine Molteno e Joseph Duroni (a Parigi), su mandato di Follini per una spesa totale di L. 579 (figura 1.34) (ASUT, Mandati XII.C.14). Molteno e Duroni erano titolari di un'azienda parigina che costruiva e commercializzava strumenti ottici e altri strumenti scientifici, e che divenne nota per aver costruito nel 1739 i primi strumenti utilizzati da Louis Dagherre.

Paris le 20. février 1821.

Doit M^r. l'abbé Follini de Evrin a Molteno et Duroni de Paris
pour envoi fait par roulage, auclere de deux Caifou marquis

L. F. N^o. 206. 207.

1. Nouveau modèle de pompe réunissant les trois effets ensemble d'aspirant, élevatoire & soléaire, et à repousser d'air.	l. 380.
1. Grand tube de cristal de cinq pieds de longueur garni d'un ruban pour l'électricité dans le vide	100.
1. Globe de verre sur son pied pour l'aurore boréale	29.
1. Grand tube phonique	12.
1. Cultureur double avec boîte	26.
1. Artillerie à sept collets avec aiguille tournante	18.
1. Nouveau appareil pour gazifier l'eau	28.
2. figures d'ivoire, et vase de cristal	19.
6. ou 11 et unifié	18.

De rapporteur : 579

Figura 1.34: Acquisti fatti dall'Abbè Follini a Molteno e Duroni di Parigi, 1821 (ASUT, Mandati di pagamento XXII.C.13)

Tra i pagamenti fatti da Follini nel 1823 ve ne è uno, molto importante, per l'acquisto di una macchina di Atwood, ovvero il famoso apparato inventato nel 1784 da George Atwood per verificare le leggi del moto uniformemente accelerato. L'esemplare acquistato nel 1823 fu costruito proprio da Enrico Federico Jest. Nel mandato si cita *la macchina d'Atwood con pendula a secondi con diversi pesi per dimostrare le leggi di gravità [...]. Dichiaro io infrascritto d'aver esaminata la macchina d'Atwood fatta dal Sig. Jest, e convenuta sino dal mese di marzo ultimo scorso in lire 650.[...]* (figura 1.35) (ASUT, Mandati XII.C.15).

*Jest e la sua
macchina di At-
wood*

Lavori da me' infravante fatti pel Gabinetto di fisica dal principio d' Gennaio 1822.
a tutto Dicembre detto anno

La macchina d' Atwood con pendolo a secondi coi diversi pezzi per dimostrare le leggi di
gravità colle aggiunte delle pezzi immaginati da M. Charles per il moto ritardato, —
comprata li 26. Marzo 1822. in L. 678.00.

Per diversi lavori nuovi fatti nel corso dell' anno pel Gabinetto di ordine dell'
M^{mo} Sig. professore Polini „ 36.00.
L. 686.00.

Corino il 10. Gennaio 1823 — J^{to} J^{to} Machinista

Dichiaro io infravante d' avere comprata la macchina d' Atwood fatta dal Sig. J^{to} J^{to},
e comprata sino dal mese di Marzo ultimo corso in lire 678. — con partecipazioni allora
fatta all' M^{mo} Sig. Censore, Rifformatore Cav. Notti, e d' averla tornata compiutamente
lavorata, e migliore di quella, che da Parigi fu innata all' Orinale. Dichiaro pure
sparsi nel corso dell' anno fatti altri lavori nuovi per la somma di L. 36. —
siccome pure il pres. J^{to} Machinista e obbligato di fare un lavoro ogni anno non meno
di L. 250. — perche sarebbe d' avviso doverli incontrare detta somma, e ridarsi, perche il
meo avere e non quattrocento trentasei, dico L. 436.00.

Corino il 12. Gennaio 1823. J^{to} Polini prof^o di fisica sp^oto
V. pel pagamento di detto L. 436.00 — J^{to} Notti Censore

Figura 1.35: Mandato di pagamento per la macchina di Atwood, costruita da Jest, del 14 gennaio 1823 (ASUT, Mandati di pagamento XII.C.15)

Tale apparato fa ancora oggi parte della collezione del Museo di Fisica (figura 1.37), sebbene non sia stata trovata sullo strumento la firma di Jest. Traccia della presenza di tale apparato nella collezione del Gabinetto di Fisica si trova anche nella *Copia dell'antico inventario* del 1835 dove si elenca "Grande Macchina d'Atwood con pendolo a secondi, scatto ... ed altro scatto semplice a cordone ..." pagata lire 700 (figura 1.36), e, successivamente, anche nell'*Inventario generale* del 1874 (Museo di Fisica).

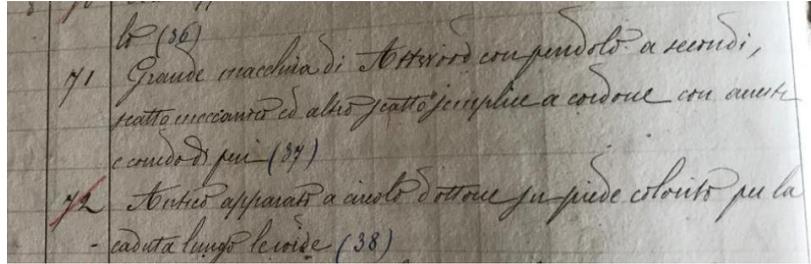


Figura 1.36: Dettaglio sulla macchina di Atwood nella *Copia dell'Antico inventario* del Gabinetto di Fisica datato 1835 (Museo di Fisica)



Figura 1.37: Macchina di Atwood (inv. 650, Museo di Fisica - Università di Torino)

Nel 1829, la Regia Camera d'Agricoltura e di Commercio di Torino conferì a Jest una medaglia di rame citando tra le motivazioni proprio la realizzazione della macchina di Atwood:

Il Sig. Federico Jest, macchinista della R. Università degli studi, in Torino, ha esposto un barometro, un termometro, ed un igrometro di Saussure, ed una macchina di Atwood per la caduta de' gravi.

La Regia Camera giudica il Signor Enrico Federico Jest meritevole di una medaglia di rame per la bella precisione dell'esecuzione de' suoi strumenti, e particolarmente per quella della macchina di Atwood. [67]

1.2.5 L'epoca risorgimentale: Botto e Gherardi (1826-1861)

A succedere Follini, arrivò nel 1826 **Giuseppe Domenico Botto** (1791-1865). Botto nacque a Moneglia il 4 aprile 1791 e fece gli studi superiori a Genova, poi all'Ecole Polytechnique di Parigi, per poi intraprendere la carriera militare nel Genio fino al 1821, quando fu costretto ad abbandonare il corpo per aver fatto parte dell'armata ribelle durante i moti di Alessandria di quell'anno (figura 1.38). Si trasferì così a Torino con la volontà di intraprendere la carriera accademica, ottenendo la cattedra di Fisica sperimentale, in prova nel 1826, con la conferma in ruolo nel 1828 [41].

Diventò socio dell'Accademia della Scienze di Torino dal '35, e successivamente di altre importanti società scientifiche. Della sua opera didattica sono da ricordare gli *Elementi di Fisica Generale ad uso delle Regie Scuole di Filosofia* e il *Catechismo Agrológico, ossia principi di Scienza applicati all'Agricoltura*; inoltre, di interesse sono i *Cenni biografici sulla vita e sulle opere del Conte Amedeo Avogadro* del 1857. Di lui possiamo dire che era un abile sperimentatore e che nel 1829 ottenne 30000 lire per l'acquisto di nuovi strumenti, affidando la costruzione di alcuni di questi ad ottimi costruttori, portando il Gabinetto di Fisica a livello dei migliori laboratori europei. [12][41]

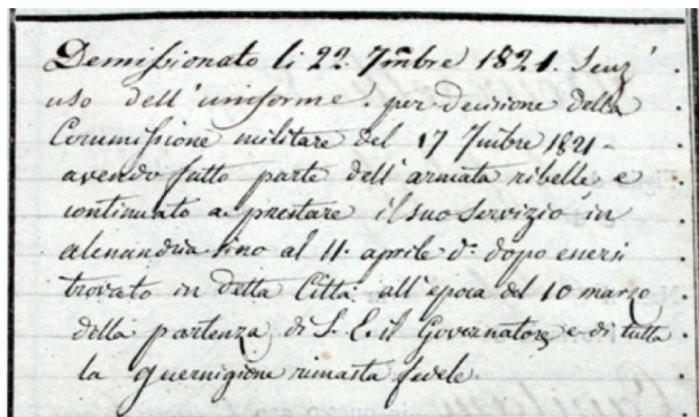


Figura 1.38: Estratto del foglio matricolare di Botto nel quale si evidenzia che fu “demissionato nel 1821 senza uso dell’uniforme” (AST, R.m. uff. C.R. Genio, p. 14)

Tra gli acquisti fatti da Botto troviamo gli strumenti di Gambey per lo studio del magnetismo terrestre, l’eliostato sempre Gambey, apparati di Soleil, una macchina pneumatica e alcune macchine elettriche.[70]

Non abbiamo trovato dettagli archivistici degli acquisti fatti da Botto, soprattutto per il modo sintetico in cui venivano compilati nell’Ottocento i mandati di pagamento. A titolo di esempio si riporta uno dei mandati in cui si associa il nome del Botto all’acquisto di macchine di Fisica, presa dal volume 22 dei mandati di pagamento conservati presso l’ASUT (figura 1.39).

Nella sua attività scientifica Botto collaborò anche con Avogadro, dando un contributo nella ricerca in merito alle applicazioni delle correnti sui liquidi conduttori. Avogadro, con la collaborazione di Botto, si occupò di due questioni importanti per la città: l’illuminazione pubblica e il telegrafo. A riguardo del telegrafo, Botto spiegò che l’infrastruttura per avere la telegrafia era davvero elementare. Bastava “un lungo filo di ferro di alcuni millimetri di diametro isolato e sospeso a pali di legno, che si distenda da una città all’altra, una pila alle due stazioni, e un apparecchio particolare con cui si trasmettono e si ricevono i segnali”. [29]

ANNO ECONOMICO
1835

(Modello N.° 12)

REGIA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TORINO

Mandato di Pagamento

Il Tesoriere signor *F. S. Scuderi*
sarà contento di pagare all'individuo infradescritto la somma
di *lire Duemila*
per le cause ivi espresse

N.° dell'articolo del Bilancio	NOME, COGNOME e QUALITÀ DELLE PERSONE alle quali debb'essere fatto il pagamento	SOMMA a PAGARSI	OGGETTO del PAGAMENTO	TITOLI d'autorizzazione e carte giustificative
1	2	3	4	5
	<i>Botta Agostino</i>	<i>2000</i>	<i>diecimila lire</i>	<i>Decreto del Senato del 1834</i>

(1) Se il Mandato è spedito sul Bilancio o sul relativo discarico si scrive in detto spazio BILANCIO 1835
* se sopra i Residui o sui discarichi ai medesimi edizioni si scrive RESIDUI 1835 E RETRO

Figura 1.39: Acconto per acquisto di macchine ad uso del Gabinetto di Fisica al professor Botto (ASUT, Mandati di pagamento XII.C. 22, pag.122)

Oltre a vari lavori sulle correnti elettriche e sulla loro induzione da parte del magnetismo naturale e artificiale, nell'agosto del 1834 presentò una comunicazione sulla realizzazione di un prototipo di motore elettromagnetico intitolata *Notizie sull'applicazione dell'elettromagnetismo alla meccanica* (figura 1.40).^[7] Tale motore, oggi noto come *Motore di Botto*, fu costruito "dal sig. [Enrico] Jest macchinista della R. Università di Torino il quale con pari successo ed esattezza eseguisce ogni altro genere di strumenti fisici"^[7]. Come riferito a suo tempo dallo stesso Botto, "I chiarissimi professori Cav. Avogadro e Cav. Bidone che videro successivamente messo in azione l'apparecchio non dissimularono la grata sorpresa che ne provarono non tanto per la novità del fatto quanto per le riflessioni che faceano sorgere, in chi sapea sì bene apprezzarli, i rapporti generali e possibili di questo semplice risultamento con la fisica e con la meccanica".^[7] Traccia del motore di Botto, denominato "*Macchina motrice elettromagnetica del Cav. Botto*", si trova nell'*Antico inventario del Gabinetto di Fisica* (si veda

Motore di Botto

paragrafo 1.2.5.1).

Il motore di Botto, oggi uno degli strumenti più importanti della collezione del Museo di Fisica (figura 1.41), nonché uno dei primi esemplari al mondo di motore elettrico, è formato da tre elettrocalamite, due a polarità fissa, saldamente ancorate al tavolo e disposte con i poli omonimi rivolti l'uno verso l'altro ed una terza, mobile, situata fra le due e a polarità variabile. Il cambiamento di polarità si ottiene invertendo il verso di percorrenza della corrente per mezzo di un commutatore a bagno di mercurio. Quando si fa circolare corrente, l'elettrocalamita mobile si muove orizzontalmente, essendo respinta da una delle due elettrocalamite fisse ed attratta dall'altra; una volta avvicinatasi all'elettrocalamita dalla quale veniva attratta, il commutatore inverte il verso di percorrenza della corrente e di conseguenza si invertono le polarità del magnete: l'elettrocalamita torna indietro ed il ciclo si ripete. Un meccanismo di biella-manovella trasforma il moto oscillatorio in moto rotatorio, più utile per gli utilizzi pratici. (rif. scheda 113, museodifisica.unito.it)

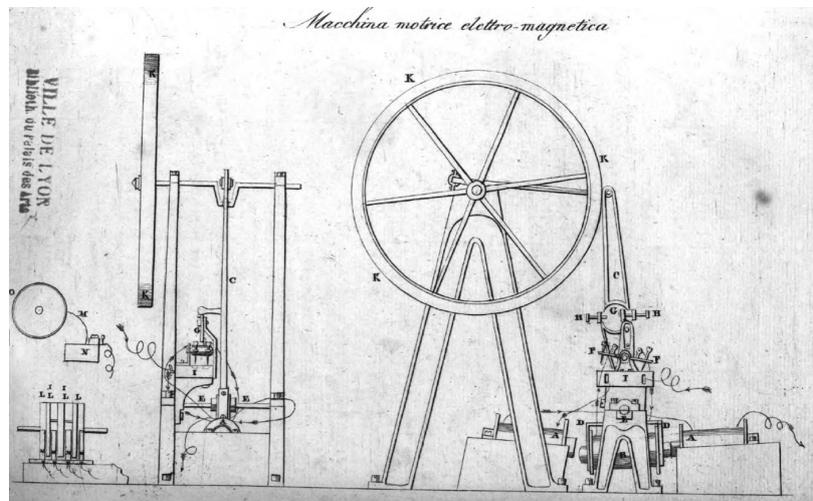


Figura 1.40: Schema del Motore di Botto, in G. Botto, Notizia sopra l'applicazione dell'Elettro-magnetismo alla Meccanica, Annali Universali di Agricoltura, di Industria e d'Arti Economiche, serie II, vol. 2 (1834), 286-89; tav. fuori testo



Figura 1.41: Motore di Botto del 1834 (inv. 113, Museo di Fisica dell'Università di Torino)

Sempre nell'*Antico Inventario* troviamo anche il riferimento ad un'altra "Grande Macchina rotatoria elettromagnetica a due ruote di ferro armate di due cento sessanta quattro cilindri elettrodinamici". Dall'*Inventario* emerge, in una nota aggiunta nel 1858, che "I pezzi staccati di questa macchina non più in istato di poterla ricomporre e riconoscere sonosi, cogli altri oggetti e materiali suddetti, da tempo giacenti nei sotterranei, trasportati nelli mentovati mezzanini a magazzino del gabinetto e se ne potrà profittare, la materia prima di essi essendo metallica." (figura 1.42)

Botto fu anche autore di un altro motore elettrico, in realtà un locomotore elettromagnetico, presentato nel 1836 all'Accademia delle Scienze di Torino con la *Note sur une machine loco-motive mise en mouvement par l'electromagnétisme* [8]. Questo "Modello di carro elettromagnetico con otto grandi ferri a cavallo" si trova elencato nell'*Antico inventario*, affiancato da una nota che conferma il fatto che sia stato "disfatto" e che alcuni suoi pezzi, i magneti, sono stati "applicati" alla "Grande macchina rotaria" di cui sopra.

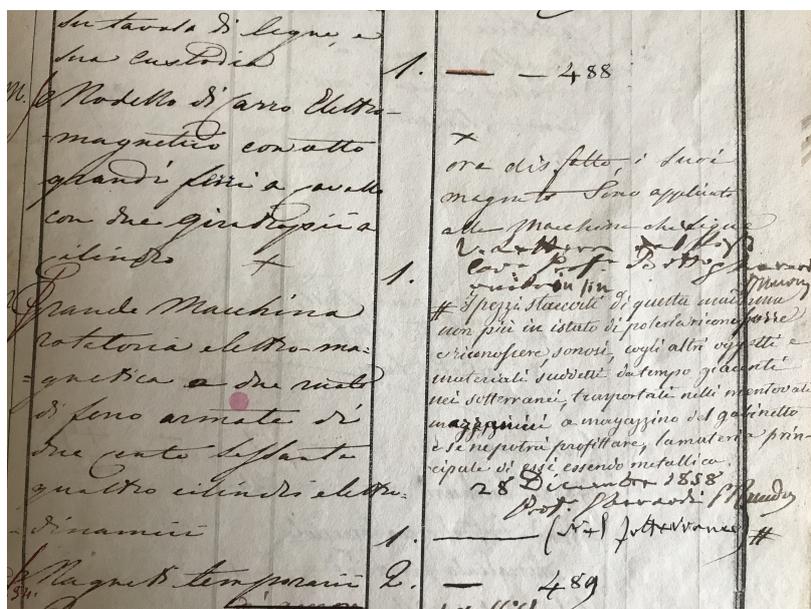


Figura 1.42: Dettaglio di pag.41 dell'Antico inventario dove si elencano le macchine elettromagnetiche di Botto (Museo di Fisica)

Nel 1855 Botto si ritirò dall'insegnamento, per poi morire a Torino nel 1865. Per un breve periodo, a sostituire Botto, fu **Giovanni Alessandro Majocchi** (1795-1854), laureato in ingegneria e membro corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino. Majocchi era stato professore nel liceo di S. Alessandro a Milano e poi professore sostituto di Fisica all'Università di Torino per pochi anni [64]. Tra le sue opere ricordiamo *Elementi di Fisica ad uso dei Collegi nazionali e dei Licei pel corso filosofico*. Nella collezione del Museo troviamo ancora oggi un galvanometro associato a Majocchi, il galvanometro universale di Majocchi.

Nel suo trattato scriveva: “Non si aveva insomma uno strumento che nell'elettricità dinamica potesse servire come l'elettrometro a quadrante in quella statica. A tal fine io ho imaginato il galvanometro universale, ormai in uso in tutti i gabinetti di fisica.” (figura 1.43).



Figura 1.43: Galvanometro universale di Majocchi (inv.533, Museo di Fisica)

Tale galvanometro è costituito da una base di legno munita di tre viti che ne regolano il livello e zavorrata da un disco di metallo (forse piombo) alla quale è fissato un supporto circolare in cui si inserisce una cupola di vetro. Sotto la cupola c'è lo strumento vero e proprio, formato da un goniometro riccamente disegnato su carta e da un ago magnetico sormontato da un filo collegato ad un avvolgimento. Sotto la base è presente un meccanismo per la rotazione e l'allineamento dell'ago magnetico. (rif. scheda 533, museodifisica.unito.it)

Altra figura di professore sostituito fu **Antonio Cima** (1812-1877), nato nel 1812 a Cagliari, dove studiò Filosofia e poi Medicina. Cima fu professore di fisica sperimentale presso l'Università di Cagliari, per poi raggiungere Torino in qualità di professore sostituto di Filosofia positiva prima e di Fisica poi, dal 1855 al 1860. Nel 1860 diventò preside del Liceo Galvani di Bologna e tornò a Torino tra il 1865 e il 1867 come preside del Liceo Gioberti.[41] Fu anche socio corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Torino dal 1849 e dell'Accademia delle Scienze di Bologna dal 1858. I suoi interessi di ricerca furono rivolti alla biofisica e all'uso della fisica nella terapia medica, oltre ad impegnarsi nella divulgazione scientifica.

In quegli anni insegnò all'Università di Torino anche **Silvestro Gherardi** (1802-1879), che nacque a Lugo di Romagna il 17 dicembre 1802 [64]. Fece i suoi studi a Bologna, dove fu notato e chiamato a coprire la cattedra di Fisica e Astronomia con il ruolo di supplente. Conseguì la laurea a 20 anni e gli venne affidato il ruolo di ripetitore di Fisica. Nel 1829 entrò nell'Accademia delle Scienze di Bologna. Prese parte ai moti risorgimentali del 1831 e a quelli del 1848. Rimosso dagli incarichi accademici, andò in esilio con un passaporto fornitogli da Massimo d'Azeglio e si rifugiò a Genova dove diventò professore al ginnasio civico e poi docente alla R. Scuola di marina fino al 1857. In tale anno fu chiamato a Torino sulla cattedra di fisica generale e sperimentale, ricoprendo anche il ruolo di direttore del Gabinetto di Fisica fino al 1861 [11] (figura 1.44).

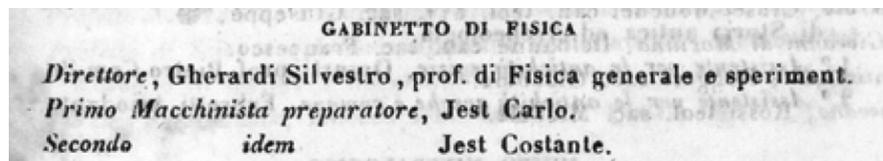


Figura 1.44: Riferimento a Gherardi , nell'Annuario dell'Istruzione Pubblica, 1858-59

Nella corrispondenza conservata presso l'ASUT, si trova il documento di nomina di Gherardi a professore, datato 9 ottobre 1857, con queste parole: *"Il Sig. Silvestro Gherardi Prof.re di filosofia positiva nel Collegio Civico di Genova a Professore di fisica generale e sperimentale nella stessa Università di Torino."* (ASUT, Corrispondenza 1857-1860 fascicolo 51)

Inoltre, nell'Annuario dell'Istruzione Pubblica del 1858-59 si parla del corso tenuto da Gherardi nei seguenti: *"Gherardi Silvestro, da Lugo, nella Fisica sperimentale, scorsi i principii della Fisica generale, massime quant'è a Fluidi, tratterà dell'Acustica, del Calorico e dell'Ottica, facendo in ogni lezione le opportune esperienze, o sperimentali esposizioni, il lunedì, mercoledì e venerdì alle ore 2"*.

La ricerca scientifica di Gherardi era rivolta allo studio della disposizione delle punte nelle macchine elettrostatiche, alla termoelettricità e all'ottica, senza dimenticare che egli fu anche un rinomato cultore della ricerca storica.

Risale al 17 maggio 1861 il documento che attesta la messa a riposo Gherardi:

Lo scrivente si pregia di significare alla S.V. Ilma che con R. Decreto in data del 16 corrente mese il Sig. Cav. Silvestro Gherardi, Professore di Fisica Generale e Sperimentale in codesta R. Università, è stato, in seguito a sua domanda e per malferma salute, collocato a riposo ed ammesso a far vedere i suoi titoli alla pensione che potrà competergli a termini di legge, a cominciare dalla data del Decreto medesimo. Ad ogni buon fine si avverte che il surricordato Sig. professore è stato dal sottoscritto fatto consapevole del Decreto sopradetto, che lo riguarda. Il Ministro Francesco De Sanctis (ASUT, Corrispondenza 1860-1861, fascicolo 90)

1.2.5.1 L'espansione della collezione: l'Antico inventario

L'espansione della collezione del Gabinetto di Fisica nell'epoca di Botto è documentata dal già citato *Antico inventario*, che copre gli anni dal 1835 al 1873. Il volume, conservato presso il Museo di Fisica, riporta sulla copertina in cartoncino un'etichetta recante la scritta: *"Copia originale dell'Antico Inventario del Gabinetto di Fisica dal Maggio 1835 al 30 7bre 1873"*[44](figura 1.45).



Figura 1.45: Etichetta della “Copia originale dell’Antico Inventario del Gabinetto di Fisica dal Maggio 1835 al 30 7bre 1873”

Gli strumenti, almeno nella parte iniziale dell’*Antico Inventario* che è datata costantemente 25 Maggio 1835, sono divisi per argomento: Meccanica (pag. 1-5, 70 strumenti), Meccanica dei Fluidi (pag. 7-11, 84 strumenti), Acustica (pag. 13-14, 25 strumenti), Fisica Chimica (pag. 15-17, 42 strumenti), Calorico (pag. 19-21, 57 strumenti), Eletticità e Magnetismo (pag. 22-29, 145 strumenti), Ottica (pag. 31-34, 63 strumenti), Oggetti d’ornamento (pag. 35), Oggetti diversi (pag. 36-37), Oggetti fuori d’uso (pag. 38-40). Proprio dall’ultima sezione possiamo capire che alcuni degli strumenti dell’Inventario delle Machine, già nel 1835 non erano più utilizzati e sono andati rotti o dispersi.

A tal proposito, in data 14 dicembre 1858, si legge nell’*Antico Inventario*: “*Di questi oggetti che erano fuori d’uso sino dal 25 maggio 1835 come da ricognizione di questa data sottoscritta Jest, Botto, Cacciardi, Donaudi non esistono ora che frantumi e materiali ai quali appena si riconoscerrebbero: Dal sotterraneo e da un ripostiglio sottotetto ove giacquero da tempo sonovi adesso trasportati negli ammezzati che servono da magazzino al Gabinetto, dai quali si potrà trarne qualche parte all’opportunità.*”

A pagina 40 si chiude la prima parte dell’inventario con le firme del “Direttore prof. Botto”, del “Macchinista” Jest, dell’Economo Cacciardi e del Censore Donaudi.

Quando questa parte venne compilata gli strumenti non avevano numero di inventario: la loro numerazione fu fatta successivamente, quando, nel 1858, il nuovo Direttore del Gabinetto di Fisica, Gherardi, controllò l’inventario insieme con l’economo Pietro Randone.

Si trova poi un’aggiunta, dove si elencano tre soli strumenti datata 7 novembre 1855. Le firme qui sono due: quella di Botto e quella di Cima. Nella colonna delle osservazioni, con le stesse firme, più quella di A. Sismonda, c’è una lunga nota: “*Addì 7 novembre 1851 alle ore 10 antimeridiane si sono adunati nel Gabinetto di Fisica i chiarissimi Signori Cav. Prof. Angelo Sismonda membro del Consiglio Universitario specialmente delegato: Cav. Prof. Botto Domenico,*

Dottore Antonio Cima con l'assistenza dell'infrascritto Segretario capo. Dovendosi dal sullodato Cav. Prof. Botto addivenire alla consegna del Gabinetto suo al Sig. D.re Antonio Cima incaricato provvisoriamente dell'insegnamento della Fisica e quindi della direzione del Gabinetto si è dai Sig. intervenienti proceduto alla verifica degli strumenti ed oggetti descritti sul qui unito inventario chiuso quest'oggi e sottoscritto dai suddetti Sig. Cav. Botto e D.re Cima si è riconosciuto che tutto corrisponde perfettamente all'inventario stesso: quindi il Sig. D.re Cima accetta dal sud.to Sig. Cav. Botto la consegna del Gabinetto ed acconsente per quanto gli spetta a che il sullodato Sig. Cane si consideri esonerato da ogni contabilità relativa al Gabinetto medesimo. In fede G.D. Botto A. Cima A. Sismonda Garneri Segret. Capo."

Nel 1855 viene iniziato il "Fascicolo secondo" dell'inventario, contenuto nello stesso volume. Segue una "Aggiunta alla Copia dell'Inventario al 16 Agosto 1858 posteriormente al Dicembre del 1856 e al tempo della Direzione del Sig. Prof. Gherardi, le quali aggiunte furono fatte dal Sig. Jest di conserva col Sig. Prof. Cima e che mancavano nella Copia dell'Inventario dell'Econom.". Questa aggiunta elenca sei strumenti per lo studio dei gas e 52 strumenti di ottica. C'è infatti una nota che dice: "Principiano le aggiunte tanto di quelli apparati relativi all'ottica che erano omissi come di quelli nuovi antecedenti alla Direzione del Prof. Gherardi". Alla fine di questo elenco il nuovo macchinista Charles Jest firma una "Memoria degli strumenti notati nell'inventario e momentaneamente messi a parte dal sottoscritto per non essere stati pagati". L'elenco è vistato, in data 31 luglio 1858, da Cima, che precisa: "a richiesta del sig. Carlo Jest attesto la verità di ciò che è esposto". Con data 30 Dicembre 1858 ci sono anche le firme di Gherardi e dell'economista Randone.

Nell'inventario si fa anche riferimento a polemiche sul pagamento e sulla mancanza di strumenti effettivamente presenti nella collezione del Gabinetto di Fisica, in data 15 ottobre 1861 compare infatti la dichiarazione di Gilberto Govi (di cui parleremo nel paragrafo 1.2.6) da Gherardi e dall'economista Pietro Randone, con Visto del Rettore dell'Università Pollone, in cui "I sottoscritti, in presenza del Sig. Rettore della R. Università hanno dato principio alla verifica dell'inventario degli oggetti esistenti nel Gabinetto e Laboratorio di Fisica, ed in contraddittorio con l'economista sottoscritto hanno verificato intanto la parte Ottica, Acustica e del Calorico raggianti e si è trovata ogni cosa regolare."

L'inventario prosegue poi con gli strumenti acquisiti fino al 20 giugno 1873. Da notare che gli strumenti acquisiti (o inventariati) nel 1873 sono scritti a più riprese fra quelli acquisiti dal 1862 al 1865, probabilmente per timore di non aver abbastanza spazio libero nelle pagine del volume. [44]

Degli strumenti del Museo di Fisica attualmente catalogati, sono 92 gli strumenti presenti con certezza nell'Antico inventario. Tra questi, lo scampanio elettrico (ovvero un apparecchio utilizzato costituito da due campanelli collegati tramite le basi metalliche e con uno centrale isolato dal resto. Le palline di midollo di sambuco, caricandosi per induzione, venivano attratte dalla campanella centrale e, colpendola, emettevano un suono. Una volta colpita la campana centrale, le palline si caricavano del suo stesso segno per cui ne venivano immediatamente respinte. Andavano quindi a colpire le campanelle esterne, suonavano nuova-

mente e si scaricavano, dando così l'avvio ad un nuovo ciclo: lo scampanio, inv.1, Museo di Fisica), la grandine elettrica (ovvero uno strumento che veniva collegato alla macchina elettrostatica e, caricando il piatto superiore, carica le palline di sambuco attraendole. Toccando il piatto si caricano dello stesso segno e vengono immediatamente respinte, inv. 30, Museo di Fisica), il già citato Motore di Botto e diversi strumenti di ottica (figura 1.46).

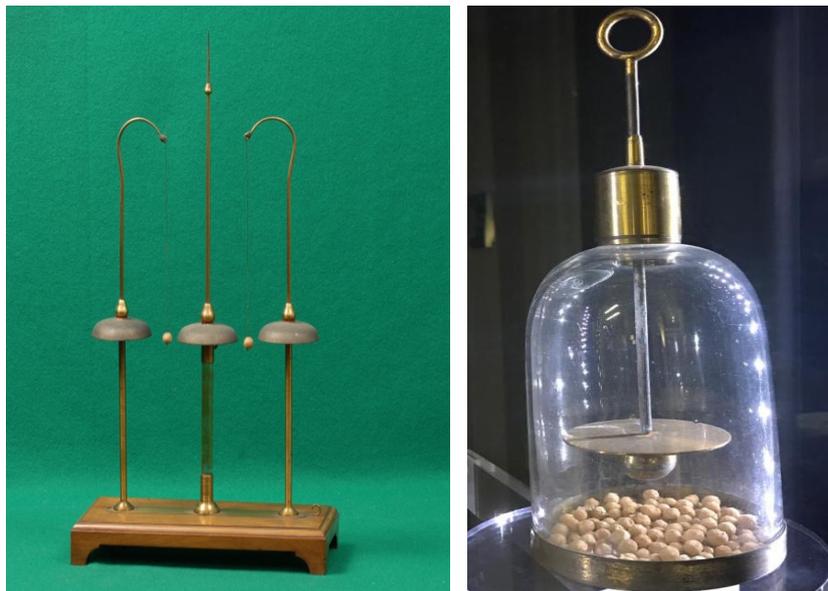


Figura 1.46: A sinistra: scampanio elettrico (inv.1, Museo di Fisica), a destra: grandine elettrica (inv. 30, Museo di Fisica)

1.2.5.2 Jest e la dagherrotipia

Tra gli ambiti di ricerca dell'epoca di Botto, particolare importanza ebbe quello relativo alla nascente tecnica della fotografia attraverso lo sviluppo della dagherrotipia.

Il merito di aver portato la fotografia in Piemonte va proprio ai macchinisti dell'Università di Torino, i Jest, padre e figlio. Come riportava la Gazzetta Piemontese del 9 ottobre 1839, è attribuita infatti ai Jest la realizzazione dell'apparato utilizzato per il primo dagherrotipo di Torino che ritrae la Gran Madre. Va ricordato che l'invenzione di Louis Dagherre era stata presentata da Arago all'Accademia delle Scienze di Parigi pochi mesi prima e che i Jest, basandosi solo sulla descrizione disponibile, furono in grado di costruire un apparecchio analogo. La prima foto di Torino, scattata l'8 ottobre 1839, e raffigurante la Gran Madre è oggi conservata presso la GAM (Galleria di Arte Moderna) di Torino (GAM-Fot-230, in figura 1.47).



Figura 1.47: Prima foto di Torino, realizzata da Enrico Jest nel 1839

“This image is among the the very first Italian outdoor daguerreotypes and is dated on the verso of the mount: October 8th, 1839. Signed on the paper mat: "Jest à Turin" On the verso: "Dessin photographique d'après le procédé de M. Daguerre per Henri F. Jest opt., Mec. De l'Université R. Des Etudes à Turin rue Po N. 46"

Tra i primi dagherrotipi attribuiti a Enrico Jest, vi sono alcuni ritratti quale quello relativo a un certo sig. Piolti, datato inizio 1842 e conservato negli archivi del Museo del Cinema di Torino (figura 1.48).

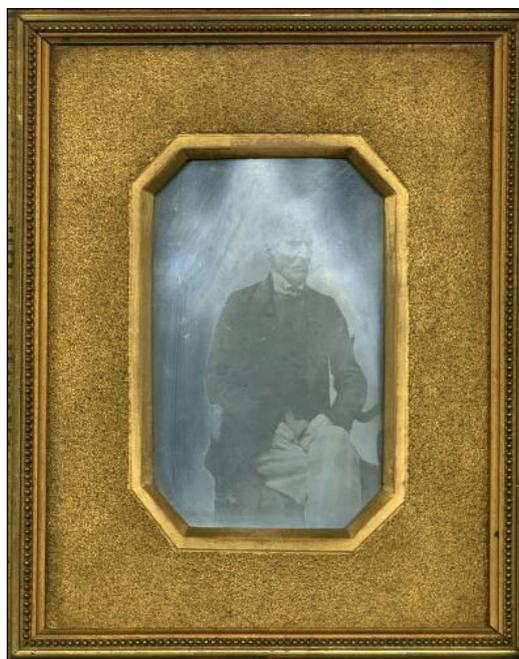


Figura 1.48: Ritratto del sig. Piolti, scattato da Enrico Jest (Museo del Cinema, Torino, inv. F39993)

Altri strumenti Jest, sempre legati alla fotografia, preservati presso il Museo del Cinema di Torino sono riportati in tabella 1.3.

Strumento	Firma
Apparecchio fotografico M05829/001	Jest in Torino
Scatola al mercurio M01665	Jest a Turin
Apparecchio fotografico con custodia e accessori M06927/000	Jest a Turin
Obiettivo con custodia M06928/000	Jest a Turin
obiettivo M06929	Jest a Turin
Dagherottipo ritratto di Mr. Piolti F39993	

Tabella 1.3: Elenco di strumenti Jest conservati nel museo del cinema di Torino



Figura 1.49: A sinistra: apparecchio fotografico (5829), a destra: apparecchio fotografico e accessori (6927), Museo del Cinema di Torino

1.2.5.3 La dinastia Jest

Dopo Enrico Federico Jest, prese servizio in qualità di macchinista dell'Università di Torino Carlo Jest che già affiancava il padre prima della nomina ufficiale nell'anno 1857 (ASUT, Corrispondenza 1857-1860 fascicolo 111). In una comunicazione "Al Sig Carlo Jest Macchinista della R. U. di Torino", datata "Torino il 12. X. 1857" si può leggere:

Col Regolamento annesso al R.D. 17. Settembre 1856, venne stabilito che gli studenti del 4 anno di corso di Fisica di questa R. Univ. debbano attendere ad esercizi pratici sotto la direz dei due Professori di Fisica. Ciò posto il sottoscritto invita il Sig. Carlo Jest Macchinista del Gabinetto di Fisica di questa R. Univ. a prestare in tali esercizi la sua assistenza sempre quando vi sarà chiamato dai detti Sig. Professori e come è suo dovere in seguito agli obblighi impostigli col Regolamento approvato dal cessato Cons. Univ. in Sess. Del 21 Febbraio 1850. Il Rettore [che all'epoca era Nutiz Nepomuceno]

Gli acquisti effettuati da Carlo Jest furono molteplici ed accrebbero notevolmente la dotazione del Gabinetto. Nel 1858 tra le carte dell'ASUT si trova un elenco di spese, tra cui: "trasporto da Parigi a Torino di strumenti relativi al calore dai vapori Calorimetro di Rumford, goniometro di Wollastone per la legge di riflessione della luce e per l'apparato di Melloni: imbuto per specie di riflettore, pila di vetro, recipiente parallelepipedo" (ASUT, corrispondenza 1857-1860 fascicolo 473). Degli strumenti elencati in questo documento, e riscontrati anche nell'Antico inventario, sono ancora esistenti nella collezione del Museo di Fisica, il goniometro Wollastone (inv. 552, Museo di Fisica) e il banco di Melloni (inv. 581, Museo di Fisica). Nell'intestazione dell'elenco di queste spese fatte per il Gabinetto si trova il timbro personale "CH JEST-TURIN" (figura 1.50).

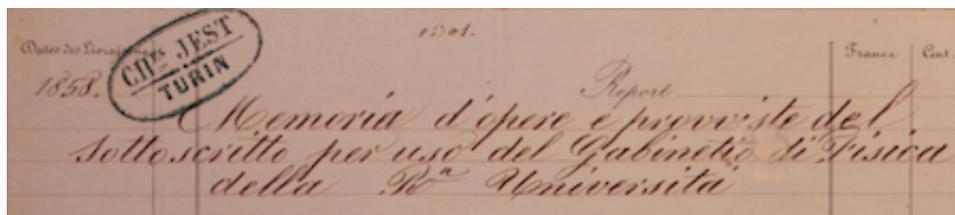


Figura 1.50: Timbro personale di Carlo Jest (ASUT, Corrispondenza 1857-1860 fascicolo 473)

È poi datata 31 ottobre 1858 la richiesta di un secondo macchinista da parte del Ministro della Pubblica Istruzione Carlo Cadorna (secondo governo Cavour) al Rettore della R. Università di Torino. (ASUT, Corrispondenza 1857-1860 fascicolo 530)

*Al Sig. Prof. Gherardi Direttore
del Gabinetto di Fisica della
R.a Università degli Studi di Torino
Torino*

Torino il 31 X 1858

Allo scopo di allontanare il danno che per avventura potrebbe addivenire al Sig. Jest Macchinista Preparatore nel Gabinetto di Fisica coll'applicazione al medesimo del Regolamento stato di recente approvato, imponendogli l'obbligo di fare macchine e provvedere istromenti gratuitamente fino alla concorrente somma di L. 250, obbligo che gli venne tutto lordo nel 1852. In L. 850 venne portato a L. 600 il di lui stipendio chi scrive ha creduto opportuno di fare un appunto ufficio al Sig. Ministro nell'atto stesso che egli proponeva la nomina del secondo assistente nella persona del cugino del Sig. Jest medesimo. In risposta a quest'ufficio il Sig. Ministro accennò al sottoscritto

In tale richiesta, in cui troviamo conferma della parentela tra Carlo e Costante Jest, laddove si dichiara che il secondo macchinista era cugino di Carlo, segue una lettera datata 8 dicembre 1858:

[...] Nella pianta del Gabinetto, che è stata approvata col R. le Decreto del 10 scorso ottobre, si è stabilito per due macchinisti = preparatori. L'attuale macchinista Sig. Jest prendendo il posto di 1° macchinista preparatore, lo scrivente attenderà la proposta che V.S. Illma giudicherà di fargli al posto di 2° macchinista preparatore. Sia Ella compiacente di trasmettere copia del Regolamento al Sig. Direttore di esso, raccomandandogliene l'intiera esecuzione.

Risulta pertanto rilevante riportare parte del documento relativo alla nomina di Costante Jest (ASUT, corrispondenza 1857-1860 fascicolo 558):

Il ministro sottoscritto si pregia di trasmettere all S.V. Illma il Rle Decreto di nomina del Sig Costante Jest a Secondo Macchinista Preparatore del Gabinet-

to di Fisica di cotesta R.a Università, affinché, previa registrazione nella Segreteria dell'Università medesima, voglia rimmetterglielo avvertendolo che dovrà consegnarne copia su carta bollata da Cmi 50 al Sig. Economo dell'Università unitamente a copia dell'atto di Giuramento su carta da Cmi 80.

Per il Ministro il Segr. Gen.

[...] Lo scrivente ha fiducia che ebbe coll'opera del Sig. Jest Primo Macchinista Preparatore concorde con quello del Secondo Preparatore nella persona del suddetto di lui cugino Sig. Costante Jest [...]”.

In questo fascicolo della corrispondenza ASUT, dopo la richiesta di un secondo macchinista, troviamo la redazione di un vero e proprio regolamento per i macchinisti, nel quale si descrivono i loro compiti e i loro doveri. Tale regolamento è accompagnato da una lettera del ministro Cadorna al Rettore, datata 11 dicembre 1858 nella quale si specifica che:

Il sottoscritto trasmette a V.S. Illma due copie autentiche del Regolamento per Macchinisti del Gabinetto di Fisica di questa R. Università, stato approvato dal Sig. Ministro di pubblica istruzione. (ASUT, corrispondenza 1857-1860 fascicolo 519).

**Regolamento per i Macchinisti del Gabinetto di Fisica della R. a
Università di Torino**

1. I due Macchinisti debbono secondo gli ordini e la direzione del Professore intervenire sempre e dar opera così alla preparazione e prova delle esperienze per la scuola come alla loro produzione ed esecuzione nella medesima.

2. Essi sono pure tenuti di assistere il professore nelle esperienze che non sono destinate alla scuola, e ch' egli creda d'istituire in Gabinetto per particolari studi o lavori. Queste esperienze cadranno d'ordinario in giorni e tempi di vacanza dalle lezioni.

3. Il secondo Macchinista è particolarmente destinato a sorvegliare ed aiutare, sotto la direzione del Professore e la scorta del primo Macchinista, i tirocinanti regolarmente ammessi nel Gabinetto e gli alunni che a termini de' Regolamento denno fare esercizi pratici nel Laboratorio del medesimo.

4. Al primo Macchinista incombe l'obbligo di custodire, ripulire, acconciare e mantenere in buono stato gli istromenti, i materiali, gli arredi, e gli oggetti tutti del Gabinetto, giovandosi all'uopo dell'opera del secondo Macchinista. Egli dovrà pure ripulire e raggiustare in ogni occorrenza le macchine e gli istromenti di Matematica.

5. Il Primo Macchinista è pure obbligato secondo l'ordine che riceverà dal Professore, di eseguire o di far eseguire a beneficio del Gabinetto e senza veruna retribuzione, restauri di macchine, fatture ed anche istromenti nuovi fino all'importo totale di franchi 250 per ogni anno. Egli eseguirà inoltre quelle altre maggiori opere di restauri, fatture, macchine ed oggetti che gli saranno parimente ordinate dal Professore, ed il cui importo stabilito preventivamente di comun accordo tra loro gli verrà ogni anno pagato sui fondi a tal fine bilanciati ed entro i limiti delle somme regolarmente autorizzate. Richiestone dal Professore, lo aiuterà nell'acquisto di ogni sorta d'istromenti ed oggetti nuovi od utile del Gabinetto.

6. Le spese fatte per le suddette provviste ed acquisti non meno che quelle richieste da qualsivoglia altra occorrenza o servizio del Gabinetto e della Scuola saranno, man mano che si eseguiranno, notate dal Professore in apposito libro. Da questo poi verranno estratte al fine di ogni trimestre le liste da presentarsi a termini dei regolamenti al Rettore della Università onde sia provveduto al loro pagamento.

7. Il solo primo Macchinista terrà le chiavi del Gabinetto e della Scuola della cui custodia e conservazione sarà responsabile verso il Professore. Egli accompagnerà que' scienziati stranieri o nazionali che avessero desiderio di visitare il Gabinetto con partecipazione ed assenso del Professore o del Rettore della Università.

8. Il Rettore della Università di Torino ed il Professore Direttore della Scuola e del Gabinetto di Fisica sono incaricati della esecuzione del presente Regolamento.

Dato a Torino addì 8. Xbre 1858.

Il Ministro C. Cadorna

Sappiamo che sia Carlo sia Federico erano abili costruttori e affiancavano il Professore nelle lezioni.

È interessante tuttavia rilevare come nei fascicoli della corrispondenza ASUT si trovi traccia di una fitta discussione tra il Ministro dell' Istruzione Carlo Cadorna e il Rettore dell'Università di Torino Michelangelo Tonelli, in merito alla richiesta, indirizzata a Jest, di strumenti che risultano mancanti nel Gabinetto sulla base del contenuto dell'Antico inventario. Da tale corrispondenza si evince come Jest avesse costruito macchine che non gli furono pagate dall'Università e che pertanto furono da lui riportate presso la propria bottega sottraendole dal Gabinetto. Il dibattito coinvolge anche Carlo Jest e il professore Gherardi e inizia il 10 febbraio del 1859 con la lettera dal Rettore al Ministro della Pubblica istruzione:

Nel procedere quindi a tale verifica il Sig. Prof-re Gherardi dovette superare difficoltà gravissime per le irregolarità che ad ogni tratto s'incontravano dal confronto tra l'inventario antico e gli oggetti e le macchine che si trovano nel Gabinetto o trovare si dovevano nel Gabinetto. Successivamente queste che derivano dalla nessuna importanza, che dai direttori, che precedettero il Sig. Prof. Gherardi si diede agli Inventari medesimi, [...] irregolare, informe, ed inesatta necessariamente ne doveva risultare la consegna. E quantunque il Sig. Jest abbia qualità ben distinte in fatto della sua professione, ciò nullameno in quanto concerne al disimpiego dell'ufficio, di che era stato incaricato, in seguito al voto di fiducia datogli dallo scrivente e dal Prof. Cima, non procedeva sempre d'accordo col Sig. Professore Gherardi, forse perché non era dai suoi superiori, che precedettero l'attuale direttore, abituato ad una esatta e ordinata tenuta delle Macchine e degli oggetti, la quale altrimenti avrebbe avuto perfettamente corrispondere a quanto trovavasi conseguente nel relativo inventario. Ad ogni modo riuscì al Sig. Prof. Gherardi di portare a termine la detta ricognizione, adoperando, e pazienze e prudenza, e sacrificando le ore libere durante il passato anno scolastico e le vacanze maggiori che tutte dedicò ad un tale laborioso lavoro, siccome espone egli stesso nella qui unita relazione, che accompagnare doveva la consegna dell'inventario dinanzi accennata. Appare da tale relazione che il sig. Professore Gherardi si concesse in maniera da ottenere la soddisfazione pienissima del governo al quale non tralasciò mezzo alcuno per procurarne un documento compiuto, ed esatto di quanto si trova attualmente in detto Gabinetto. Ed a questo proposito, siccome risulterebbe che vi sarebbero alcune macchine, ed alcuni oggetti descritti nell'inventario, che il Sig. Macchinista Preparatore dice che sono di sua proprietà, perché non statigli ancora pagate dal governo, [...]. Dubitare di quanto asserisce il detto impiegato, il quale, è forza il dirlo, in questa occasione diede argomenti di onestà, e di buona fede incontrastabili, si potrebbero tuttavia, per accertare [...] e meglio un tal fatto riscontrare le note pagate p. conto di detto Gabinetto, ed ove fra le medesime no si trovassero le Macchine e gli oggetti sudd.i, chiari ne sarebbe, che la proprietà ne dovrebb'essere tuttavia aggiudicata al Sig. Jest. " [...]" (ASUT, Corrispondenza 1857-1860 fascicolo 592)

Segue la risposta del Ministro al Rettore datata 18 febbraio 1859:

Le sole note che si hanno in questo Ministero, delle provviste e spese fatte dal Sig. Jest pel Gabinetto di Fisica di cotesta R.a Università, sono quelle presentate nel 1857. 1858. e 1859. ed in queste non figura alcuno degli strumenti descritti nella memoria da esso presentata ed inserita nell'Inventario. Le note degli anni precedenti non si davano per doppio e si trovano annesse ai mandati di pagamento, che probabilmente sono presso la Camera dei Conti. Il Ministro sottoscritto invita quindi N.S. Ilma a far riconoscere se per [...] il Gabinetto di Fisica o l'Economo dell'Università tenesse un registro delle provviste che si facevano per quello stabilimento e misura che avevano luogo e che si pagavano, affine di appurare il vero stato delle cose. Per il Ministro Il Leg. Gen. Scottier

In risposta, il Rettore, il 1° aprile 1859, affermava:

Dopo accurate ricerche presso l'ufficio dell'Economo di questa R.a Università non risulta che fra i documenti esistenti si trovino registrati gli strumenti e le macchine di fisica descritti nel pro-memoria presentati dal Sig. Jest Carlo Primo Macchinista Preparatore del Gabinetto di fisica, del quale è fatto cenno nella nota ministeriale citata in margine. Siccome il Sig. Prof. Gherardi fece presentare il bisogno di avere gli strumenti, e le macchine [...] e d'altronde non sarebbe equo che il Sig. Jest li somministrasse gratuitamente quando fossero tuttavia da pagarsi, così lo scrivente prega il Sig. Gherardi di fare quando lo creda opportuno, quegli uffici che meglio crederà convenienti al Ministro di Finanze, a ciò si facciano le necessarie investigazioni, onde mercè l'esame, dai mandati di pagamento, che, siccome [...] probabilmente sono ora presso la R.a Camera dei Conti, trovar modo di venire in chiaro del fatto, che diede argomento al Sig. Jest di ritirare dal Gabinetto di Fisica i [...] oggetti”

Il Rettore

Segnalava al Rettore, l'anno successivo, il Ministro che, nel frattempo, era diventato Terenzio Mamiani (terzo governo Cavour), dopo il ministero di Gabrio Casati (governo La Marmora), “*per irregolarità nel catalogo delle Macchine esistenti nel Gabinetto di Fisica (16 agosto 1860)*”

Il Ministro sottoscritto non dubitando sull'onestà del Sig. Jest Macchinista del Gabinetto di Fisica di cotesta R. Università circa alla allegata proprietà delle macchine segnate nel catalogo e che risultano mancanti nel Gabinetto, ma pur tuttavia riconoscendo la necessità che tali macchine siano conservate nel Gabinetto medesimo approva la proposta fatta dalla S.V. Ilma colla nota al margine citato, e che autorizza ad invitare il Sig. Jest a trasportare le macchine in questione nello stesso Gabinetto di Fisica ed a procurarne poi a questo Ministero la perizia d'estima del loro valore onde si possa dare le necessarie disposizioni pel loro pagamento, il quale però non potrà effettuarsi che alla fine del corrente anno. Per Ministro Il segretario generale

In risposta al Ministro della pubblica Istruzione, il 27 agosto 1860, il Direttore del Gabinetto, Gherardi, scriveva:

Il sottoscritto occorre di rassegnare a V.V. Illma la nota delle macchine, che figurano nell'inventario di detto Gabinetto, e che sono state ritirate dall'Assistente Macchinista Jest perché non gli furono pagate il cui prezzo accenderebbe a L. 446. Quali macchine sono perciò di nuovo resituite al loro posto in detto Gabinetto e l'Inventario anzidetto sarà in tal parte regolarizzato per cura del lo. Sig. Direttore, d'accordo col Sig. Economo di questa Univ. (ASUT, corrispondenza 1857-1860 fascicolo 519)

Un altro dibattito in cui è coinvolto all'epoca Carlo Jest riguarda i locali presso cui si trovava la sua bottega. Nel 1863 il Ministro dell'Istruzione Michele Amari chiedeva che Carlo Jest sgomberasse i locali di cui era in possesso, ovvero bottega e alloggio. La risposta al Ministro, di cui si trova la bozza nella corrispondenza conservata all'ASUT, precisa la delibera fatta a suo tempo di dotare il macchinista, all'epoca Federico Jest, di bottega e alloggio, trattendogli lire 400.

Bottega Jest

Si riporta la bozza di questa lettera, indirizzata al Ministro della pubblica istruzione e datata 20 luglio 1863:

Al Ministro di pub. Istruz. Torino 20 Luglio 1863 Oggetto Locali occupati dal Sig Ca Jest

[Dai] registri esistenti in questa segreteria risulta che con Delibera del Magistrato della Riforma sopra gli Studi in data 28 Febbraio 1816, è stato concesso al Sig. Enrico Jest destinato provviste all'impiego di Macchinista del Gabin di Fisica di questa R. Univ. durante tale di lui destinazione, il beneficio dell'alloggio e delle botteghe" e ciò oltre all'anno trattenimento in lire 400 che in allora era fissato. [...] che al sudd Sig. Jest Enrico essendo in detto posto succeduto il di lui figlio Carlo Alessandro che è appunto l'attuale Macchinista preparatore ed assistente in d. Gabinetto nel R. D. della di lui nomina, in data 29 Genn 1850, è detto che v'è nominato coll'annuo stipendio di Lire 850. oltre all'abitazione. Ed infine che nel R. Decreto dell' anzi accennata nomina del Sig. Jest all'attuale di lui posto di legge che gli veniva assegnato l'annuo stipendio di Lire sostenuto, oltre lo alloggio, la bottega, ed il magazzino che occupa. Chi scrive crede di avere coll'anzi esposto soddisfatto alla richiesta fattagli da S. V. Illma"

Per Rettore

Sempre in merito alla questione dei locali concessi a Jest, si trova poi, in un fascicolo del 1875, la corrispondenza per la richiesta di lavori nei locali in via Po 13. In particolare, vi è la richiesta di modifica di un progetto formulato nel 1874 e rivisto a marzo 1875. Di seguito, si riporta la piantina dei locali ove era ubicata la storica bottega Jest e il telegramma inviato al Ministro per informarlo dei lavori.

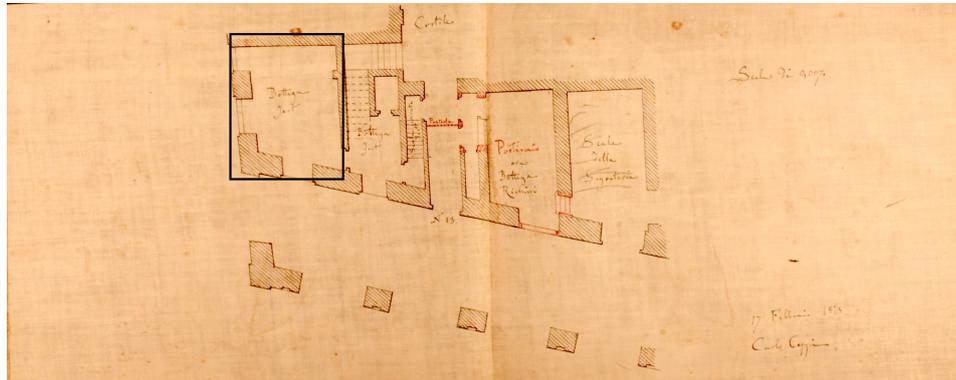


Figura 1.51: Carta dei locali ove era ubicata la Bottega Jest (ASUT, corrispondenza 1875, fascicolo 1)

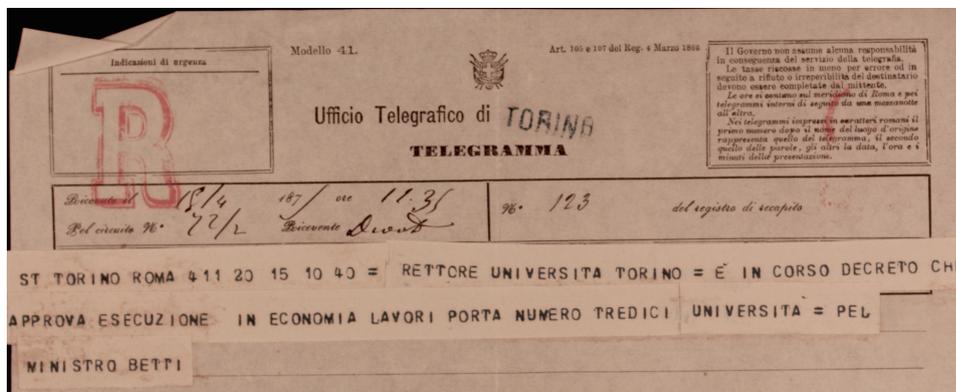


Figura 1.52: Telegramma per comunicare i lavori in via Po n° 13 (ASUT, corrispondenza 1875, fascicolo 1)

Negli anni successivi, con la riorganizzazione degli spazi dell'attuale Rettorato, i locali occupati dalla bottega Jest di via Po non sono più esistenti (figura 1.53). Si può vedere come si presenta oggi la porta in via Po, al numero civico 13.



Figura 1.53: Stato attuale della porta di via Po n° 13, da cui si accedeva alla bottega Jest

Le attività di Carlo Jest non si limitavano al suo ruolo di macchinista dell'Università e alla costruzione e commercializzazione di strumenti scientifici. A titolo di esempio, Jest effettuò un lavoro commissionato dal Ministro dei lavori pubblici Luigi Federico Menabrea:

il Ministro sottoscritto acconsente che il Signor Cavaliere Carlo Jest Macchinista preparatore e assistente al Gabinetto di Fisica di codesta R. Università, rimanga per alcuni giorni ancora a disposizione della Società delle ferrovie meridionali onde continuare l'impiego della luce elettrica per ultimare alcuni lavori della ferrovia, necessarii perché più presto possa essere aperta al pubblico. Di ciò lo scrivente rende intesa la S.V. Ill.ma per l'opportuno avviso di darsene al Signor Prof di Fisica.

Carlo fu nominato Cavaliere dell'Ordine de' S.S. Maurizio e Lazzaro (un ordine cavalleresco di casa Savoia) con R. Decreto del 12 marzo. (ASUT, Corrispondenza 1861-1863 fascicolo 31) (figura 1.54). La nomina del Ministero della Istruzione Pubblica, datata 20 marzo 1863, arrivava al Rettore della R. Università di Torino con la trasmissione del diploma magistrale.

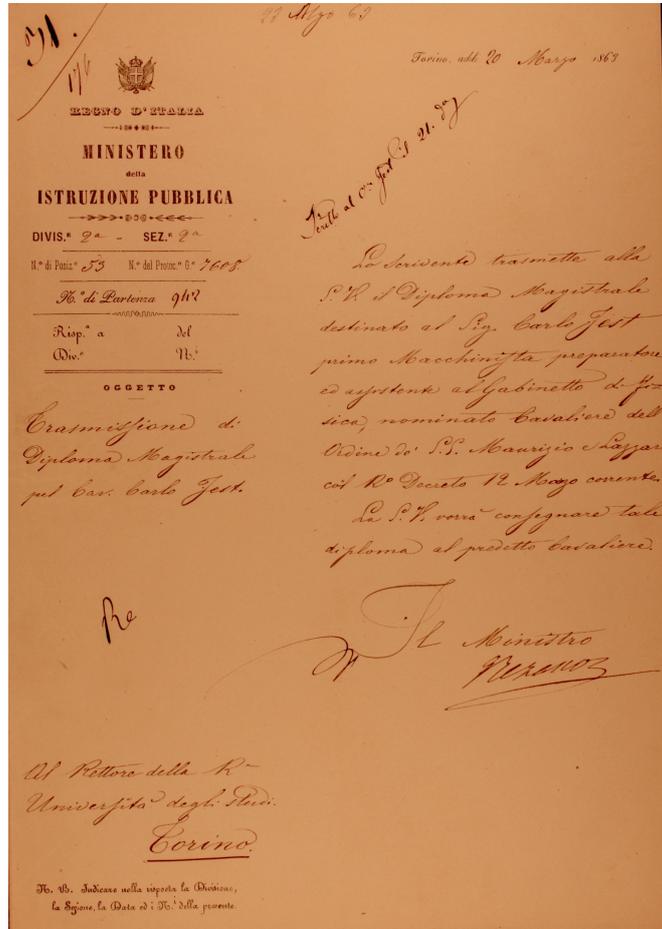


Figura 1.54: Nomina a Cavaliere di Carlo Jest (ASUT, Corrispondenza 1861-63, fascicolo 31)

Infine, Jest riceveva una gratifica il 14 dicembre 1870, data nella quale il Rettore scriveva al Ministro quanto segue:

Il Sig. Cav. Carlo Jest, secondo il suo titolo di nomina è non solo primo Macchinista Preparatore nel Gabinetto di Fisica, ma anche assistente. Il sottoscritto desidera li Sig., sentito all'uopo il Direttore del Gabinetto, gli faccia conoscere in qual modo il predetto Sig. Cav. Jest adempia qual modo le sue funzioni e su quanto nel fatto corrispondono al titolo che al medesimo è conferito. (ASUT, Corrispondenza 1870 VIII.10)

Questo documento, al di là del merito della gratifica, conferma anche il ruolo avuto da Carlo Jest, non solo come macchinista preparatore ma anche come

assistente, all'interno del Gabinetto di Fisica, in accordo con quanto evidenziato dagli Annuari dell'Istruzione Pubblica tra il 1859 e il 1864.

1.2.6 L'epoca di Govi (1862-1878)

Nel 1862 diventò professore di Fisica **Gilberto Govi** (1826-1889). Nato il 21 settembre 1826 a Mantova, dove intraprese gli studi classici, e la sua vita fu caratterizzata dalle vicende del Risorgimento italiano, nel quale si distinse come attivo combattente [64]. Nel 1844 si iscrisse all'Università di Padova, frequentando la Facoltà di Giurisprudenza per volere paterno ma seguendo contemporaneamente le lezioni di matematica e di fisica, tanto che dopo due anni si iscrisse a Matematica. Nel '48 fu costretto all'esilio in Francia, e a Parigi continuò i suoi studi all'*Ecolè polytechnique* frequentando i laboratori, le biblioteche e le officine di strumenti scientifici. In quel periodo fu influenzato dalle ricerche di Giovanni Battista Venturi (che lavorò agli scritti di Galileo e Leonardo) che suscitarono in lui l'interesse per la storia della scienza.

Ottenne la nomina di professore nel '56 presso l'Istituto Superiore di Firenze. Viene poi chiamato a Torino nel 1862, diventò membro dell'Accademia delle Scienze di Torino e direttore dell'Osservatorio Astronomico di Torino. In seguito gli venne anche proposta la carica di Rettore, a cui rinunciò per non distrarsi dalle sue ricerche. [13]

La nomina di Govi, datata 14 agosto 1861, è rintracciabile nel fascicolo 129 della corrispondenza 1860-61 (ASUT). In tale data il Ministro della Pubblica Istruzione Francesco de Sanctis comunicava al Rettore Ignazio Pollone quanto segue:

Lo scrivente si pregia di notificare che con R. Decreto in data del dì 11 agosto corrente il Sig. Gilberto Govi, professore di fisica nell'Istituto superiore di Firenze, è stato nominato Professore di fisica generale e sperimentale in codesta R. Università con l'annuo stipendio di L. 3500 quale professore e di L. 800 come Direttore del Gabinetto a cominciare dal 1° del prossimo settembre, a condizione che cessi da tal giorno quanto ora gode a presto il debito giuramento. Il surricordato Sig. professore riceverà annunzio della sua nomina dal Direttore Centrale di pubblica istruzione in Firenze al quale si scrive oggi stesso in proposito.

Al suo rientro in patria, Govi dimostrò le doti apprese a Parigi soprattutto sulla meccanica di precisione e fu nominato ispettore e relatore di Fisica e Meccanica nelle Esposizioni nazionali e internazionali degli anni '60 e '70. A tal proposito, nella "Relazione di Giberito Govi sugli strumenti scientifici quali erano rappresentati all'Esposizione Universale di Vienna nel giugno 1873", Govi manifestò la sua preoccupazione in merito al fatto che l'Italia fosse priva di un'industria di strumenti scientifici. Come scrisse Govi, in Italia " non si stabilì mai una vera industria di precisione. Si ebbero sforzi individuali, talvolta meravigliosi,

si ebbe ingegnosità somma e fecondità nell'ideare strumenti, ma, non essendo abbastanza diffusa, nè sufficientemente incoraggiata fra noi la coltura delle scienze, le officine dei costruttori non trovarono capitali per fondarsi, e non sorsero, o morirono sul nascere". L'attenzione di Govi verso gli strumenti si riflettè positivamente nell'espansione della collezione del Gabinetto, come evidenziato dai documenti che riportano gli acquisti fatti da lui nel periodo di insegnamento torinese. Non va dimenticato che in quegli anni Govi continuò ad essere affiancato da Carlo Jest che ricevette anche importanti riconoscimenti nelle citate Esposizioni.

Govi ha lasciato 196 pubblicazioni, prevalentemente di fisica generale e le restanti di storia della scienza. In particolare, nell'ambito di metrologia, meccanica, acustica, ottica, fotometria, fluorescenza, fosforescenza, termologia, termodinamica ed elettromagnetismo.

Durante il suo periodo torinese, a dimostrazione della sua dedizione per gli strumenti, Govi ideò e sperimentato un barometro ad aria per misurare piccole variazioni di quota, un elettroforo per dimostrare la condensazione dei fluidi nei coibenti, un prisma variabile solido, due camere lucide (dispositivi ottici usati dagli artisti come dispositivi per il disegno), un manometro per misure di pressione molto piccole. Tra i diversi lavori di storia della scienza, va citato quello su Galileo, del quale pubblicò saggi, manoscritti e commenti, fornendo particolari bibliografici fino ad allora inediti. [13]

All'arrivo di Govi, il Gabinetto di Fisica difettava di strumenti per le misure di precisione e venne arricchito, ad esempio, con quello che è tuttora uno dei pezzi di maggior pregio del museo di Fisica: un grande cerchio di Brunner destinato a studi di ottica e in grado di misurare gli angoli a meno di 3 secondi d'arco (figura 1.55).

Tra gli altri strumenti di precisione di cui dotò il Gabinetto di Fisica vi erano: catetometro, sferometro, bilancia, banco ottico, eliostato di Sibelmann, microscopio di Amici, microscopio di Nacet, spettroscopio di Steinheil, coristi a specchi di Lissajous, apparato di Faraday per la rotazione magnetica del piano di polarizzazione della luce, galvanometro a 30000 giri del Sauerwald, telescopio acromatico di Lerebours, termometri costruiti da Fastrè e svariati altri apparati [70].



Figura 1.55: Grande cerchio di Brunner (inv. 447, Museo di Fisica, Torino)

Ampia traccia documentaria degli acquisti fatti da Govi per il Gabinetto di Fisica si trova nella corrispondenza ASUT.

Nel fascicolo 31(ASUT, corrispondenza 1861-1863), si trova ad esempio riferimento alle spese fatte da Govi nel 1861 per il Gabinetto:

L. 346.15 per l'importo di uno spettroscopio di Bunsen somministrato dal fabbricante Steinheil ed in giornata si va rilasciando altro mandato di rimborso allo stesso Profess. Direttore delle L.950 da essi sborsate al fabbricante di Parigi Rodolfo Koenig per strumenti acustici.

Una lettera inviata dal Ministro della Istruzione Pubblica, De Sanctis, al Rettore, datata 2 gennaio 1862, contiene il dettaglio delle spese accordate con le denominazioni degli strumenti acquistati e i relativi importi (figura 1.56).

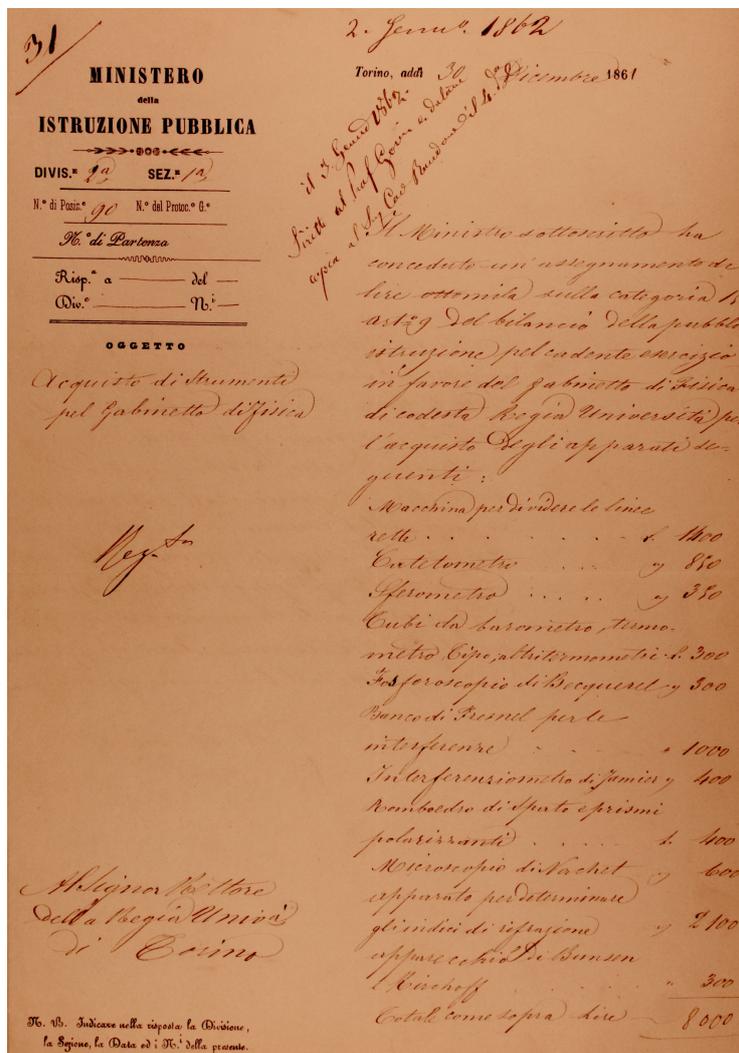


Figura 1.56: Acquisto di strumenti per il Gabinetto (Gennaio 1862). (ASUT, Corrispondenza 1861-63 fascicolo 31)

Di questi strumenti ci restano ancora oggi il microscopio Nachet (inv. 346, Museo di Fisica) e il fosforoscopio di Becquerel (inv. 44, Museo di Fisica). Il microscopio Nachet è un microscopio composto prodotto dalla Nachet & Fils, una bottega francese specializzata nella costruzione di strumenti scientifici e che fu probabilmente la più famosa ditta francese per la costruzione di microscopi. Un altro strumento significativo acquistato da Govi è il fosforoscopio di Becquerel (inv. 44, Museo di Fisica) che permette di osservare la fosforescenza anche quando essa ha brevissima durata. Tale strumento, figura 1.57, è formato da

due dischi montati sullo stesso asse, che presentano fenditure a spicchio non sovrapposte. Al di sotto di ogni foro del primo disco vi è uno spazio pieno del secondo e viceversa. I due dischi possono essere messi in rotazione ad elevata velocità tramite una manovella ed un meccanismo a ruote dentate. Il corpo di cui si vuol studiare la fosforescenza viene messo in un apposito spazio fra i due dischi. L'osservatore disporrà l'occhio nell'oculare e noterà l'assoluta oscurità che sussiste anche a meccanismo messo in rotazione. Muovendo la manovella i dischi verranno messi in rapida rotazione; all'apertura della fenditura verso l'esterno la luce investirà il corpo in esame; continuando la rotazione la fenditura verso l'esterno verrà chiusa e corrispondentemente si aprirà quella verso l'occhio. In questo modo, se il corpo fosse dotato di fosforescenza anche di durata brevissima (centesimi di secondo o anche meno), dovrebbe essere possibile visualizzarlo. Il meccanismo di ruote dentate consente di avere 24 giri del disco per ogni rivoluzione completa della manovella. (scheda 44, museofisica.unito.it)



Figura 1.57: Fosforoscopio (44), Museo di Fisica, Torino.

A proposito degli acquisti effettuati da Govi in questo periodo, il 20 maggio 1863, Govi scrisse al Rettore Ercole Ricotti (figura 1.58):

troverà qui uniti i documenti giustificativi la spesa della somma accordata dal Governo al sottoscritto per acquisto di Macchine ad incremento della Suppellettile del R. Gabinetto di Fisica [in riferimento al documento 2 gennaio 1862]. Esso prega la Sig. V. di voler affrettare per quanto è possibile il disbrigo di codesto affare, i Costruttori insistendo ogni di più per esser pagati.

I conti qui uniti concernono le seguenti somme

Al Sig. Brunner 4035,00

Deleuil 990,25

Perreaux 900,00

Fastù 510,60

Bertand 268,00

Lire 6703,85

Alle quali aggiunte come già pagate al Sig. Steinheil 346,15 e da conto del Sig. Konig già presentato 950,00

Costituiscono in tutto la somma di Lire 8000,00

Questo documento è importante perchè, pur non fornendoci i dettagli degli strumenti effettivamente acquistati (il documento del gennaio 1862 era infatti solamente una proposta di spesa), ci fornisce i nomi dei costruttori da cui si riforniva il Gabinetto all'epoca.

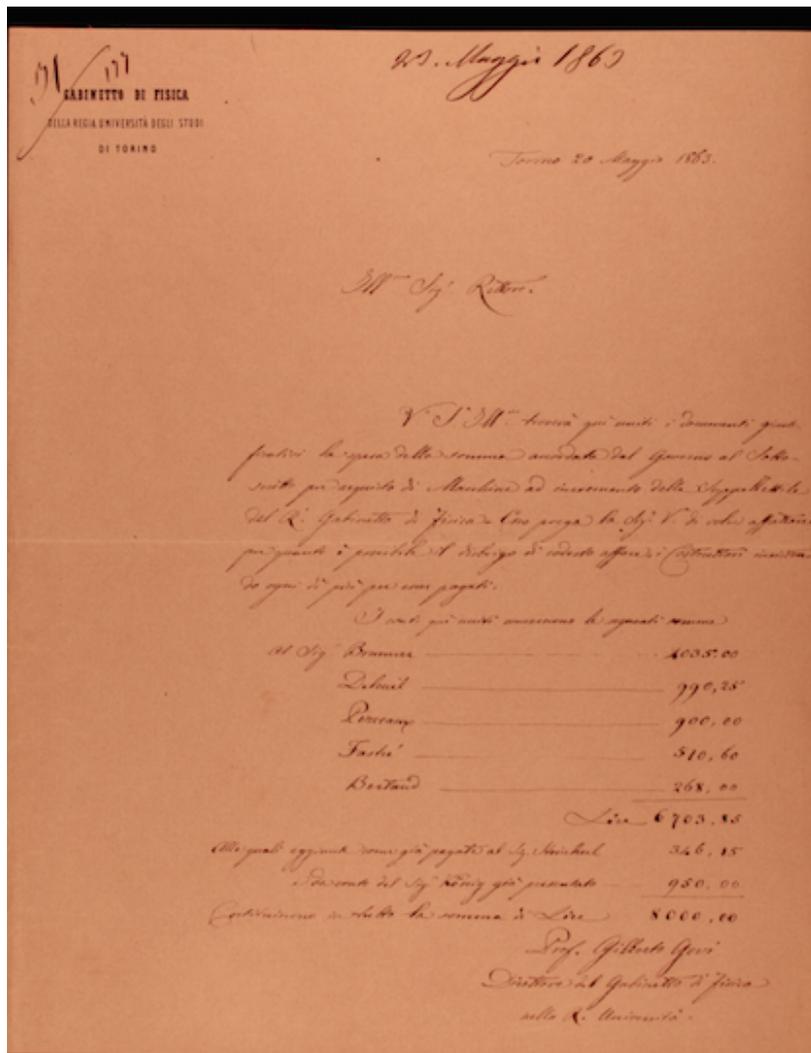


Figura 1.58: Dettaglio spese per costruttore, 20 maggio 1863 (ASUT, Corrispondenza 1861-63 fascicolo 31)

I successivi preventivi di spesa per gli acquisti di “Macchine pel Gabinetto di

Fisica”, del 26 Novembre 1863, sono anticipati dalle parole del Ministro Michele Amari:

Con Decreto Ministeriale del 14 corrente mese sono state accettate le offerte fatte per provvista di oggetti pel Gabinetto di Fisica di cotesta R.a Università dai Sig.ri Nachet e Deleuil e Dubosq, per una complessiva somma di Lire quattromila. Il Ministro sottoscritto nel rendere di ciò consapevole la S.V. Ill.ma. Le rinvia un esemplare delle predette offerte, e si riserva di ordinare la spedizione del mandato di pagamento della somma dovuta a ciascuno somministratore, quando gli sia trasmessa una dichiarazione del Sig. Professore Direttore Cav Govi dalla quale risulti la consegna fatta al Gabinetto Fisica delle macchine segnate nelle date medesime.

Il Ministro Amari (ASUT, corrispondenza 1861-1863 fascicolo 31)

In particolare, il dettaglio degli acquisti fatti da Govi, per un totale di 4000 Lire, prevedeva (figura 1.59):

1° Complemento d'una grande Bilancia di precisione (dal Sig. Deleuil), L. 1864,75

2° Banco di Fresnel e accessori per lo studio delle Interferenze (dal Sig. Dubosq), L. 1500,00

3° Microscopio composto (dal sig. Nachet), L. 635,25

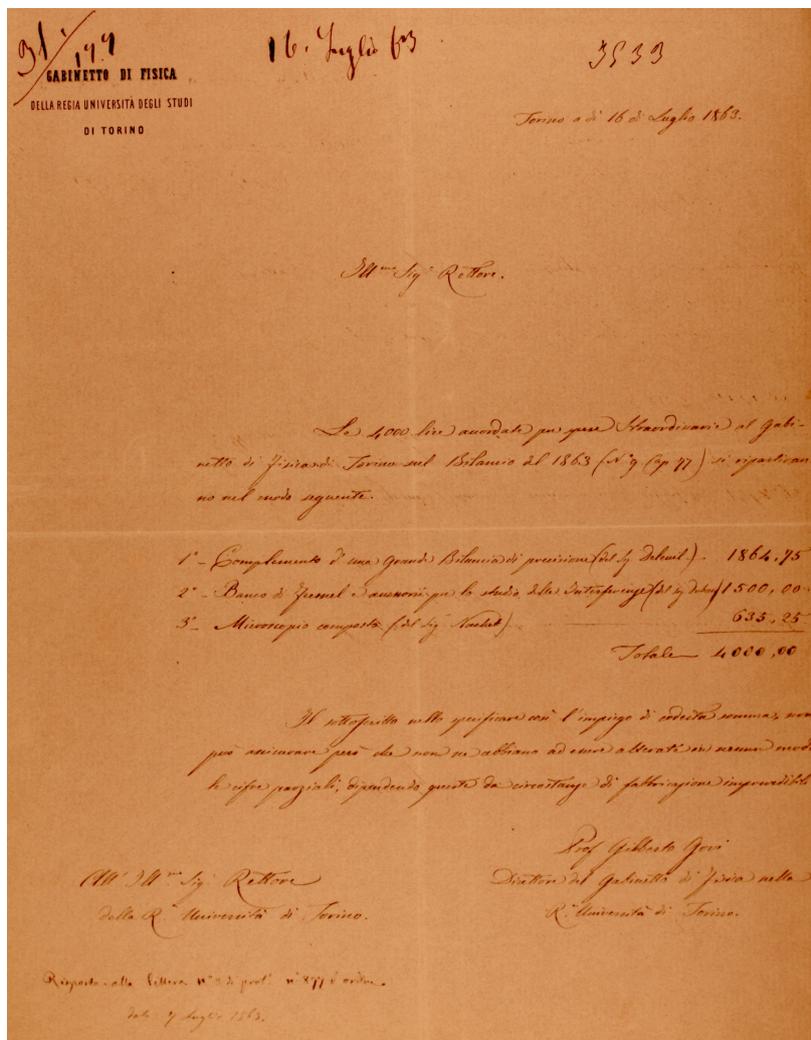


Figura 1.59: Elenco strumenti acquistati da Govi nel 1863.(ASUT, Corrispondenza 1861-63, fascicolo 31)

Il banco ottico di Fresnel di costruzione Dubosq, per esperienze sull'interferenza e la diffrazione della luce, e il microscopio Nachet fanno ancora parte della collezione del Museo di Fisica (figure 1.60-1.61).



Figura 1.60: Banco ottica di Fresnel di costruzione Dubosq (inv. 931, Museo di Fisica, Torino)



Figura 1.61: Microscopio Nacet (inv. 346, Museo di Fisica, Torino)

Quelli di Govi furono anni di espansione per i locali del Gabinetto di Fisica, il quale oltre alle due sale inferiori, a un piccolo laboratorio e a una stanza superiore, vide aggiungersi altre due stanze contigue a quella superiore, dove era facile avere il buio e condurre gli esperimenti di ottica senza difficoltà. Inoltre la biblioteca era stata di recente arricchita da volumi donati dagli eredi di Botto (oggi denominato “fondo Botto”), che costituiscono una parte importante dell’attuale Biblioteca del Dipartimento di Fisica. In questi anni il professore di Fisica ha un assistente meccanico, il macchinista, e un inserviente. L’assegno annuo per le spese del Gabinetto è di 3000 lire. [70]

Si ricorda infine, che nel periodo in cui insegnò Govi, fu presente nell’Istituto di Fisica anche Giuseppe Basso (1842-1895). Nato a Chivasso e laureato in

Fisica nel 1862, Basso era allievo di Gherardi e divenne, senza nomina, assistente e spesso supplente di Govi. Divenne poi professore di Fisica matematica nel 1882 e Socio dell'Accademia delle Scienze di Torino. Fra le sue ricerche sperimentali si citano quelle nell'ambito dell'elettrotecnica, dell'elettrochimica, dell'elettromagnetismo e della metrologia elettrica. Dal punto di vista didattico ci ha lasciato un testo di fisica per i licei molto noto: "Trattato elementare di meccanica ad uso specialmente dei Licei".

1.2.7 Naccari: verso la *Città della Scienza* (1878-1900)

Con l'arrivo di **Andrea Naccari** si chiude il XIX secolo della fisica a Torino. Egli fu infatti professore di Fisica generale e sperimentale a Torino per un lungo periodo, dal 1878 al 1916 [64].

Nato nel 1841 a Padova, Naccari compì i suoi studi in matematica e coprì diversi ruoli nella stessa Università (assistente alla Scuola di Fisica, cattedra di Fisica, professore straordinario nella Scuola di Applicazione per ingegneri) fino al 1878. Naccari lavorò in diversi ambiti della fisica. Tra i contributi più significativi vi sono: i lavori sul sodio e sul potassio per la determinazione delle costanti termoelettriche dei due metalli, quelli sulla solubilità dell'anidride carbonica in acqua, quelli sull'intensità dell'effetto Peltier al variare della temperatura, le ricerche sulla conduzione dell'elettricità nei gas, la determinazione dei calori specifici dei metalli in funzione della temperatura, nonché sulla fotoionizzazione. Dal punto di vista didattico anche Naccari, redasse con Manfredo Bellati un *Manuale di fisica pratica, o guida alle ricerche fisiche sperimentali*, di cui si riporta il frontespizio in figura 1.62, presentato con la menzione "al Cav. Francesco Rossetti, professore di Fisica nella R. Università di Padova, in attestato di gratitudine dedicano questo lavoro gli autori". Dal novembre 1878 fu nominato professore di Fisica sperimentale a Torino, dove coprì anche il ruolo di Direttore della Scuola di Farmacia, fu Rettore dell'Università di Torino dall'ottobre 1889 al 24 ottobre 1892, Direttore della Scuola di magistero annessa alla Facoltà di Scienze e membro del Consiglio Accademico e del Consorzio Universitario. Fu proprio il Consiglio Universitario a rappresentare, grazie anche all'azione di Naccari, un punto di svolta per l'Istituto di Fisica alla fine del XIX secolo.

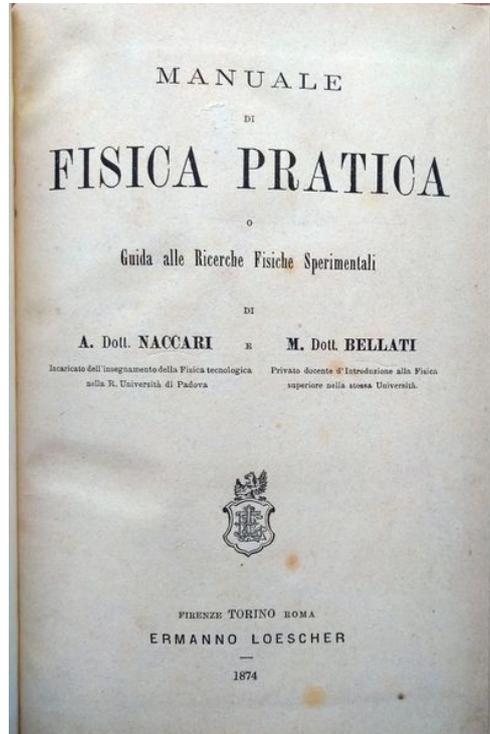


Figura 1.62: Frontespizio del *Manuale di fisica pratica, o guida alle ricerche fisiche sperimentali* di Naccari e Bellati (Loescher, 1874)

1.2.7.1 Il Consorzio Universitario

A metà degli anni Settanta dell'Ottocento prese rapidamente corpo il progetto di Giacinto Pacchiotti -medico, professore di Clinica e Patologia Speciale Chirurgica (1863), nonché Consigliere comunale di Torino (1877-1891) - volto a introdurre anche a Torino, sul modello di Parigi, Londra e Berlino, un *Consorzio universitario*, fondato sul principio dell'autogoverno dell'Università, con la diretta partecipazione finanziaria degli enti locali. Pacchiotti ottenne, nel dicembre 1877, la firma di una convenzione che prevedeva ingenti investimenti per l'acquisto di strumenti, la creazione e il mantenimento di nuovi laboratori e istituti di ricerca, la costruzione di quella che sarà chiamata "*Città della scienza*" per le Facoltà di medicina e di scienze e il finanziamento a nuove cattedre e borse di studio per studenti. Il Consorzio Universitario nacque dalla collaborazione tra Comune, Provincia e Governo e al suo interno Naccari rivestì un importante ruolo durante gli anni di discussione e realizzazione della "*Città della Scienza*" (si veda paragrafo 1.2.7.3).

Nella delibera della Giunta Municipale del 5 febbraio 1879, il Sindaco riferiva quanto segue: *il Municipio e la Provincia costituirono un così detto Consorzio*

Universitario, nell'intento di contribuire con ogni maniera di concorso morale, ma in determinata misura di concorso materiale, al lustro e all'incremento degli Istituti Universitari di Torino. Al Consorzio fu assegnata la durata di anni 25 a far tempo dal 1° gennaio 1878 (figura 1.63)(ASUT Corrispondenza 1875-1903, fascicolo 7.36).

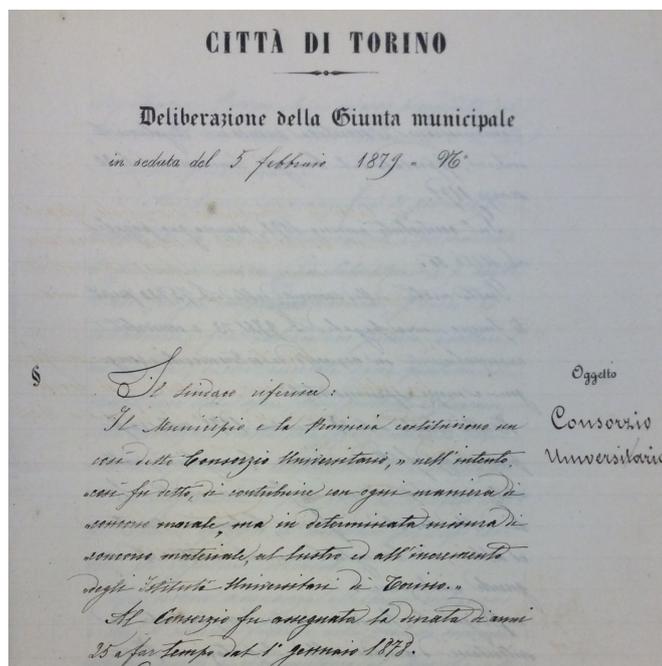


Figura 1.63: Delibera della Giunta municipale del 5 febbraio 1879 riguardante il Consorzio (ASUT Corrispondenza 1875-1903, fascicolo 7.36)

Con la Riforma Universitaria dello Statuto del Consorzio, avvenuta nel 1883, i mezzi del Consorzio Universitario furono meglio adeguati agli scopi. Furono infatti previsti stanziamenti anche per l'acquisto di reagenti chimici, oggetti, materiali, cavie di laboratorio, al fine di agevolare ulteriormente l'attività sperimentale nelle Facoltà di Scienze e di Medicina. Tutto ciò permise non solo un salto di qualità nell'importanza e nella quantità delle ricerche sperimentali e della produzione scientifica originale, ma anche l'apertura degli istituti scientifici alla massa degli studenti, auspicata fin dall'inizio da parte della Commissione amministrativa del Consorzio. L'opera del Consorzio Universitario rappresentò un potente incubatore capace di favorire l'ammodernamento e l'innovazione tecnologica dell'ateneo, e di conseguenza del sistema economico piemontese. L'aumento del 50% delle dotazioni annue degli istituti universitari, e i forti investimenti per l'acquisto di strumenti garantiti dal Consorzio, si estesero infatti alle biblioteche delle Facoltà umanistiche. In particolare, oltre allo stanziamento

straordinario di 75720 lire, suddivise in 54729 lire per l'acquisto di strumentazione di laboratorio e in 21000 lire per ristrutturazioni e ampliamenti nei locali, gli istituti scientifici poterono contare su un finanziamento di 50000 lire annue, per 25 anni, per finanziare le attività di ricerca. All'epoca, secondo i calcoli del Rettore Lessona, la spesa ministeriale per gli stabilimenti scientifici era intorno alle 100000 lire [48].

Il Museo di Fisica conserva tuttora l'*Inventario dei beni di proprietà del Consorzio Universitario esistenti nel Gabinetto di Fisica* (figura 1.64). Tale inventario si compone di tre volumi, rilegati insieme, comprendente il periodo dal 1879 al 1956. Gli strumenti sono sempre elencati in ordine di acquisizione e hanno un numero di inventario preceduto da "CONS", scritto generalmente con vernice bianca sugli strumenti. Gli strumenti del Consorzio Universitario hanno questa sola numerazione e non compaiono su altri inventari.

Il primo volume riporta gli strumenti da 1 a 128, acquisiti dal febbraio 1879 al dicembre 1889; nel secondo volume sono elencati gli strumenti da 129 a 259, acquisiti dal maggio 1890 al dicembre 1904; nel terzo volume sono elencati gli strumenti da 260 a 480, acquisiti dal luglio 1905 al febbraio 1951. Nell'inventario sono contenuti anche i fogli, datati ottobre 1952 e firmati da Gleb Wataghin, professore di fisica a Torino nel secondo dopoguerra, in cui si richiede lo scarico di buona parte degli strumenti in quanto "il materiale di cui al presente elenco deve considerarsi completamente fuori uso per deterioramento dovuto al consumo ed agli eventi bellici". Fortunatamente, non tutti gli strumenti disinventariati sono stati gettati e, almeno in parte, sono arrivati a noi [44]. In particolare, tra gli strumenti del Museo catalogati, ne abbiamo 96 con numero di inventario del Consorzio e ad esso associati. Tra questi troviamo un prisma e una lente di salemma, la macchina dinamo-elettrica di Pacinotti e il goniometro di Winhold usato per esperimenti di riflessione e rifrazione della luce.

1.2.7.2 Il Gabinetto nell'epoca Naccari

A testimoniare gli acquisti fatti nell'epoca di Naccari abbiamo anche l'inventario generale del Gabinetto di Fisica che va dal 1874 al 1951, che si compone di due volumi. La prima pagina di ciascun volume è intestata "Ministero della Pubblica Istruzione – Inventario delle proprietà mobili dello Stato esistenti al 18..... nel Gabinetto di Fisica della R.a Università degli Studi di Torino compilato ai termini dell'art 17 e seguenti al Regolamento Generale per l'amministrazione del Patrimonio dello Stato e per la Contabilità generale, annesso al R.Decreto 4 settembre 1870, N. 5852". Nel primo volume è aggiunto a mano "Per l'Indice a tutto 9 marzo 1874 Vedi al Foglio 125".

In questo inventario si ritrovano i numeri in rosso accanto agli antichi strumenti di acustica ed ottica ovvero, con una nuova numerazione, gli strumenti dell'*Antico inventario*.

All'inizio del primo volume una nota di Naccari precisa: "*Quando assunsi la Direzione del Gabinetto non mi fu fatta consegna degli oggetti descritti in questo inventario.*"

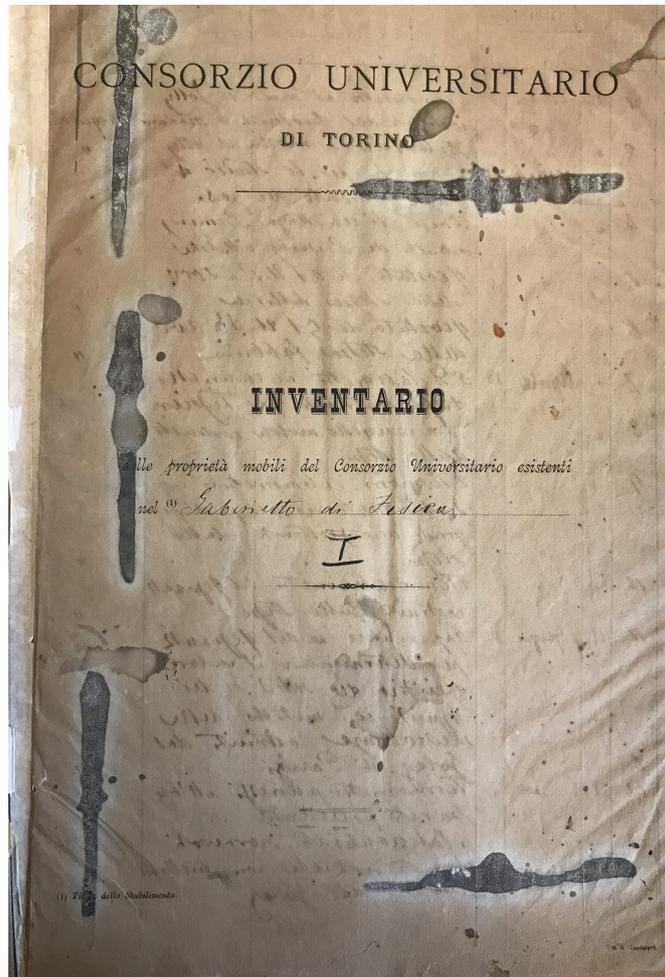


Figura 1.64: Frontespizio dell'*Inventario dei beni di proprietà del Consorzio Universitario* (Museo di Fisica)

Per tutti i 1419 strumenti elencati, le colonne compilate sono: la classificazione del conto principale e il numero del sottoconto, il numero d'ordine, la denominazione e descrizione dell'oggetto, la quantità, il prezzo d'inventario, la localizzazione (scritto all'inizio per tutti: "Locali del Gabinetto di Fisica"). Non vi sono, invece, la data, l'indicazione se nuovi o usati, i prezzi d'origine e la provenienza.

L'elenco è organizzato secondo la categoria cui appartengono gli strumenti e in particolare: strumenti di misura (1-36), Meccanica Generale (37-187), Idrostatica e Idrodinamica (188-272), Pneumatica (273-319), Acustica (320-366), Termologia (367-485), Ottica (486-706), Elettrologia (707-844), Galvanismo, Pile ed apparati relativi (845-904), Magnetismo (905-947), Elettromagnetismo (948-1049), Fisico-Chimica (1050-1075), Apparati diversi, Suppellettili ed oggetti diversi (1076-1208), Recipienti ed oggetti diversi di vetro ecc. (1209-1250), Libri (1251-1429). Per qualche strumento, oltre al nome compare anche la descrizione, talvolta ricca di particolari. Il secondo volume inizia con la data 2 gennaio 1902 e termina, a pagina 131, in data 15 luglio 1951. E' compilato con gli stessi criteri del primo volume. In totale, nei due volumi, ci sono 5351 numeri di inventario. Degli strumenti del Museo catalogati, ne abbiamo 426 con numero di inventario dell'Inventario generale del 1874. [44]

1.2.7.3 La "Città della Scienza"

La «città della scienza» è l'espressione coniata da Tommaso Villa in occasione della distribuzione dei premi all'Esposizione Generale Italiana del 1884.

La realizzazione di questa nuova sede, comprendente anche un Istituto di Fisica, fu resa possibile dalla collaborazione tra mondo accademico, organi centrali di governo ed enti locali, che individuarono nell'incremento della scienza sperimentale e nell'industrializzazione le leve principali su cui agire per disincagliare la città dalle secche in cui si era arenata con il trasferimento della capitale. Il 27 dicembre 1878 il già citato Consigliere Pacchiotti espone in un'interpellanza al Consiglio Comunale di Torino i problemi dei principali Istituti Universitari, in particolare *deficienza assoluta di locali; studenti che non trovavano posto nelle anguste scuole; preziose raccolte confinate in cantine ed oscuri anditi; aule rovinate a segno che vi pioveva dentro; impossibilità di esercitare la Scolaresca nelle necessarie esperienze di fisica e di chimica; insufficienza degli anfiteatri anatomici per le cresciute iscrizioni; tale il quadro che l'interpellante, non contraddetto, tracciò dei locali Universitari. Unanime il Consiglio invitò il Sindaco ad iniziare trattative, d'accordo colla Deputazione Provinciale, per ottenere dal Governo gli opportuni provvedimenti. Lungo sarebbe il riassumere tutti gli atti compiuti a tale scopo dal Sindaco Ferraris e dalla Giunta. Riconosciuta la necessità di provvedere a nuovi locali almeno per gli Istituti: Chimico-fisico, Fisiologico-biologico ed Anatomico, venne in chiaro non potersi a tanto provvedere mediante il fondato Consorzio Universitario.* (ASUT, Corrispondenza 1883-1884, fascicolo 7.36)

Sulla scelta del luogo in cui erigere gli istituti scientifici universitari e su quanti edificarne si aprì un dibattito che vide schierate due opposte fazioni: i cosiddetti *La scelta del sito*

“camposantisti”, i quali auspicavano che il luogo scelto fosse quello prospiciente il Cimitero Generale, in zona Vanchiglia, della cui vicinanza avrebbe certamente tratto giovamento il costituendo Palazzo destinato agli Istituti di Anatomia Umana e Medicina Legale; e i “valentinisti”, i quali chiedevano invece che il nuovo complesso universitario sorgesse ai margini del Parco del Valentino. La questione si chiuse con la scelta di questa seconda località presso il corso Massimo d’Azeglio.

I passi che portarono alla scelta dell’ubicazione degli Istituti furono discussi nell’Adunanza del Comune appositamente richiesta, di cui faceva parte anche Naccari come delegato dell’Università. A tal proposito sorse la *proposta di costruire gli edifici al Valentino nello spazio compreso fra il corso Massimo d’Azeglio e quello Raffaello. [La] località venne unanimemente accettata come al più conveniente sotto ogni rapporto. La scelta venne allora fatta conoscere al Municipio, alla Provincia e al Governo, e non incontrò opposizione.* [...] *Quando sembrava che fosse tutto deciso, [uscì] sui giornali cittadini una polemica sulla scelta dell’ubicazione sostenendo l’insalubrità degli Istituti Medici, che facevano studi sui cadaveri. Si proponeva Borgo Vanchiglia come località alternativa. Per analizzare tutta la situazione e le proposte è stata nominata la commissione. La commissione per la scelta della località per i nuovi Istituti era composta da:*

Prof. D’Ovidio Rettore – Presidente

Conte Felice Rignone e Ing. re Camillo Riccise delegati del Municipio

Avv. to Romualdo Palberti e Ing. re Cesare Meano delegati della Provincia

Prof. Casimiro Sperino e Prof. Andrea Naccari delegati dell’Università

Nel dibattito intervenne anche Naccari, che sottolineò la scelta dell’area intorno al Valentino come la più consona, soprattutto per ragioni scientifiche:

Naccari associandosi poi per parte sua pienamente alle idee ed ai desideri nella relazione espressi, aggiunge circa le aree di Vanchiglia e della vicinanza dell’Ospedale Mauriziano. Non sono adatti questi posti per la vicinanza della Ferrovia e di diverse linee di tramvie a vapore le quali producendo un continuo traballamento del suolo impediscono qualsiasi lavoro di precisione e gli esperimenti di elettricità statica sarebbero del tutto impossibili. Per questi rispetti è preferibile l’area del Valentino perché ivi la tranquillità consente ogni genere di lavori di precisione e di osservazione (figura 1.65) (Adunanza della Commissione incaricata di stabilire l’ubicazione dei nuovi Istituti Universitari del 7 febbraio 1885, ASUT, Corrispondenza 1883-1884 fascicolo 7.36)

Naccari associandosi per per parte
 sua pienamente alle idee ed ai desi-
 deri nella relazione espressi; aggiunge
 che circa le aree di Vancrighia e della
 vicinanza dell' Ospedale Mauriziano,
 che quento alla prima e' assoluta-
 mente iraccettabile e qualora essa
 fosse la prescelta ^{si farebbe} ~~avrebbe~~ con rimere-
 scimento cospetto a preferir ^{una} ~~di~~ dila-
 zione nel fabbricare ^{questi} i nuovi Istituti,
 e circa alla seconda, quantunque
 la regione sia senza dubbio delle
 migliori di Corino, non sarebbe adatta
 all' Istituto fisico da lui diretto
 per la vicinanza della Senona e di
 diverse linee di ramme a vapore le
 quali ~~fa~~ producendo un continuo tra-
 ballamento del suolo ^{impediscono} ~~sono~~ d'impe-

Figura 1.65: Parere di Naccari sull'ubicazione degli Istituti contenuto nell'Adunanza della Commissione incaricata di stabilire l'ubicazione dei nuovi Istituti Universitari del 7 febbraio 1885 (ASUT, Corrispondenza 1883-1884 fascicolo 7.36)

Come si vedrà, tuttavia anche la scelta del sito “valentinista” non era immune da problemi dal punto di vista delle interferenze con le attività sperimentali condotte presso l'Istituto di Fisica.

Nell'adunanza avvenuta in Prefettura il 19 gennaio 1884 la scelta cadde sulla proposta, avanzata dai professori universitari, di affidare la progettazione all'ingegnere romano Leopoldo Mansueti che aveva precedentemente affrontato, con successo, lo stesso problema nella Capitale. Inoltre dal fronte universitario, il Rettore comunicò che i Professori avevano acconsentito a ridurre a quattro gli

La scelta del progetto

edifici da costruire, raggruppando i laboratori nel seguente modo : 1° Anatomia normale, Anatomia patologica, Medicina Legale, con sala di esposizione dei cadaveri sconosciuti; 2° Chimica Generale e Chimica Farmaceutica; 3° Fisica e Igiene; 4° Fisiologia, Patologia e Materia Medica.

Riguardo ai finanziamenti necessari alla realizzazione degli istituti universitari, *I finanziamenti necessari* nella Relazione del sindaco al Consiglio comunale del 1884, si trovano i dettagli delle richieste fatte al Ministro dell'Istruzione:

In seguito alle osservazioni che vennero fatte sulla entità della spesa richiesta per la esecuzione dei Progetti dei nuovi Istituti universitari di Torino, l'Ingegnere cav. Mansueti ebbe incarico di accordarsi col Rettore di questa Università, qual Rappresentante dei Professori stati invitati a proporre i loro ideali, allo scopo di ridurre i fabbricati e la relativa spesa.

Portato a compimento questo nuovo studio, pur conservando le aree prestabilite, tante furono le riduzioni portate ai costruendi edifizii, che la spesa da incontrarsi in L. 4,000,000 si troverebbe ridotta a L. 3,245,000. Siccome V. E. non ignora la urgenza di provvedere a tanti studenti i quali non riescono più a trovar posto nelle Scuole, di modo che, mentre sono regolarmente iscritti, non possono ricevere l'insegnamento voluto, i sottoscritti si pregiano di trasmetterle i nuovi Progetti modificati dall'Ingegnere Mansueti, visti ed approvati dai Capi d'ufficio tecnici del Genio civile, della Città e della Provincia, perchè Le piaccia farli esaminare e, quando abbiano la di Lei approvazione, sia stabilito in base ad essi il concorso che Municipio e Provincia hanno promesso di assumere in ragione del 50 % sulla totale spesa.

Il ministro rispondeva che per dichiarare che sulla base della spesa di L. 3,245,000 il Governo è disposto a concorrere per la costruzione dei nuovi edifici universitari alle condizioni stabilite dall'art. 6 del Compromesso 11 dicembre 1883. [...] Ecco ora in che modo viene a dividersi la somma di L. 3,245,000, somma già ridotta dalla primitiva colla quale volevasi comprendere nei progetti anche gli alloggi dei signori Professori:

I. Istituto anatomico L. 915,000

II. Istituto Chimico Farmaceutico 758,000

III. Istituto di Fisica ed Igiene 512,000

IV. Istituto Fisiologico-Patologico 562,000

V. Pei suddetti Istituti 27,300 Mq. di terreno . 273,00

VI. All'Ospedale S. Giovanni per l'Anfiteatro di Clinica chirurg. 100,000

VII. All'Orto Botanico 100,000

VIII. All'Osservatorio Astronomico 25,000

Totale L. 3,245,000

Di questa somma, la metà in L. 1,622,500 rimane a carico del Governo e L.811,250 richiedonsi tanto al Comune quanto alla Provincia. Il 3 ottobre, nella mia annuale Relazione al Consiglio Comunale, io diceva che è pur grande audacia per i Corpi morali di rassegnarsi nelle loro difficoltà economiche a sopportare spese che non sono di loro competenza (figura 1.66-1.67) (ASUT, Corrispondenza 1883-1884 fascicolo 7.36).

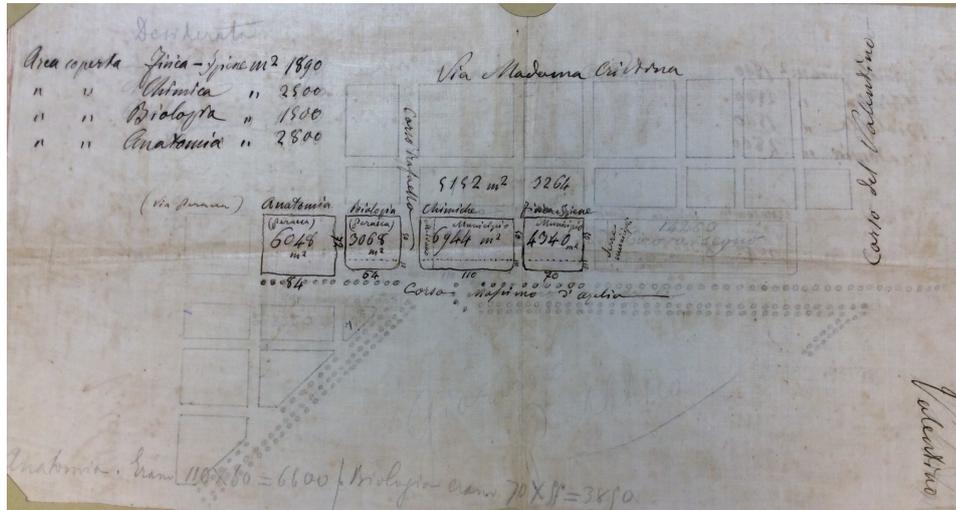


Figura 1.66: Disposizione locali della Città della Scienza. L'edificio destinato agli Istituti di Fisica e Igiene è rappresentato dal quadrilatero a sinistra (ASUT, Corrispondenza 1883-1884, fascicolo7.36)

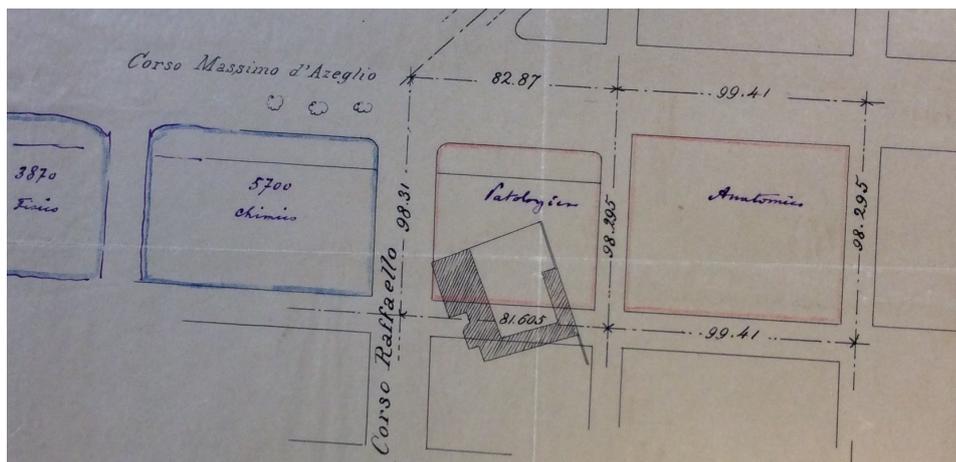


Figura 1.67: Disposizione degli istituti scientifici (ASUT, Corrispondenza 1883-1884, fascicolo7.36)

I progetti vennero realizzati ed approvati tra il 1885 e il 1886, in una situazione di gravissimo ritardo rispetto alle decisioni prese all'indomani della creazione

della convenzione del 1883, che aveva decretato il termine ultimo dei lavori e l'ingresso degli studenti nei nuovi spazi nel 1887.

Dalla messa in atto esecutiva del progetto, avvenuta con Regio Decreto 3225 del 28 giugno 1885, che approvarono la "Convenzione tra il Governo, la Provincia e il Municipio di Torino per la erezione ed il ampliamento degli istituti scientifici universitari [...]" (figura 1.68).

Per la conclusione dei lavori dei quattro fabbricati ci vollero: sei anni per quello di Fisica ed Igiene (1890), sette per quello di Fisiologia, Patologia generale e Materia medica (1891), nove anni per la consegna dell'Istituto di Anatomia umana (1893) e dieci per quello di Chimica (1894).

Il Num. 3225 (Serie 3^a) della Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno contiene la seguente legge:

UMBERTO I
per grazia di Dio e per volontà della Nazione
RE D'ITALIA

Il Senato e la Camera dei deputati hanno approvato; Noi abbiamo sanzionato e promulghiamo quanto segue:

Articolo unico. È approvata e resa esecutiva l'annessa Convenzione per la costruzione ed ampliamento degli edifici scientifici dell'Università, della Scuola d'applicazione degli ingegneri e del Museo industriale italiano di Torino, conchiusa fra i Ministri della Pubblica Istruzione, d'Agricoltura, Industria e Commercio, il Presidente del Consiglio provinciale ed il Sindaco della città di Torino, in conformità delle deliberazioni 11 dicembre 1884 del Consiglio provinciale di Torino, 10 e 15 gennaio 1885 della Deputazione provinciale di Torino, e 15 gennaio 1885 della Giunta municipale di Torino; e colle modificazioni risultanti dalla deliberazione del 28 maggio 1885 della Deputazione provinciale e dalla deliberazione 28 gennaio 1885 della Giunta comunale di Torino.

Ordiniamo che la presente, munita del sigillo dello Stato, sia inserita nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge dello Stato.

Data a Roma, addì 28 giugno 1885.

UMBERTO.

COPPINO.
A. MAGLIANI.
GRIMALDI.

Visto, Il Guardasigilli: **PESSINA.**

Figura 1.68: Regio Decreto 3225 del 28 giugno 1885 di approvazione della costruzione degli edifici universitari

I lavori di costruzione, infatti, iniziarono non senza qualche problema. Primo fra tutti la lentezza nei lavori come documentato da un verbale del Consiglio Comunale, del luglio 1887 nel quale si riportano le proteste del Consigliere Ajel-

lo, supportate dal Consiglio, in merito alla lentezza nei lavori dei nuovi edifici universitari. In particolare, “di due edifici sono appena partiti i lavori di costruzione mentre degli altri due non si sono neppure trasmessi i disegni.” (ASCT 1887, cartella 164 bis fascicolo 8).

Terminata la costruzione degli edifici, rimase da sciogliere il complesso problema dell’arredamento dei quattro poli scientifici, visto che si era deciso di creare tutto ex-novo e di non riutilizzare gli arredi e la strumentazione esistente.

*L’arredamento
degli Istituti*

Vennero così stanziati nuovi fondi e gli edifici furono inaugurati nella loro piena funzionalità, cosicché nel 1894 vi poterono accedere gli studenti di Patologia generale, nel 1898 i fisici, gli igienisti e gli anatomisti e nel 1902 i chimici. Il risultato fu comunque più che soddisfacente e i nuovi Istituti universitari rappresentano al meglio l’importanza attribuita alla formazione scientifica tra Otto e Novecento, rendendo l’area del Valentino, divenuta ora anche “città della scienza”, un grande polo universitario.[2]

La collocazione presso il parco del Valentino del nuovo Istituto di Fisica, pur fortemente caldeggiata dall’allora professore di fisica, Naccari (che, oltretutto, tra il 1889 e il 1892 fu anche Rettore dell’Università), per gli indubbi vantaggi in termini di spazi a disposizione per le lezioni e per i laboratori, presentava tuttavia una criticità determinata dalla sua vicinanza alla linea tramviaria sul viale Massimo d’Azeglio.

Come scrisse Naccari in una lettera datata 16 luglio 1895 (ASUT, Corrispondenza 1875-1903, fascicolo 7.36 cartella 172), quando l’istituto era completato e mancavano solamente gli arredi.

L’Istituto di Fisica e la tramvia elettrica

Il laboratorio di Fisica si troverà sul viale Massimo d’Azeglio, luogo poco abitato e in linea teorica, destinato all’Istituto di Fisica se non che vicino passano parecchie linee di tramvie elettriche con filo aereo. Tali linee sono molto dannose al Laboratorio: le correnti molto intense e variabili che percorrono i fili delle linee producono perturbazioni in ogni ago magnetico sospeso e limitano l’uso degli strumenti galvanometrici (figura 1.69).

7
Corino 16 luglio 1895

Eccellenza

Il nuovo Laboratorio di Fisica di questa Università, che sarà occupato fra breve e sarà in attività col nuovo anno scolastico, trovasi sul viale Massimo d'Azeglio in luogo poco abitato e che sarebbe per ogni rispetto opportuno come sede d' un Istituto di Fisica se non fosse che a poca distanza passano parecchie linee di tramvie elettriche con filo aereo.

Una di queste passa in via Madama Cristina ad un centinaio di metri circa dall' Istituto, altre due invece a pochi metri di distanza da questo sul corso Massimo d'Azeglio.

Tali linee di tramvia elettrica sono molto dannose ad un laboratorio di Fisica. Le correnti molto intense e variabili che percorrono i fili delle linee producono perturbazioni in ogni ago magnetico sospeso. Quest'azione si fa sentire anche a più di 100 metri di distanza come avviene nell' Istituto Fisico di Roma e può nuocere in tal caso alle ricerche più delicate; ma quando la distanza è appena di qualche decina di metri anche le determinazioni galvanometriche e magnetometriche più comuni diventano impossibili o molto difficili. Per questa ragione, vista l'importanza degli strumenti galvanometrici non solo nella Fisica, ma anche nella Fisiologia, nell' Elettrochimica,

Figura 1.69: Lettera di Naccari del 1895 sulla questione della linea di tramvia elettrica in prossimità della nuova sede dell'Istituto di Fisica (ASUT, Corrispondenza 1875-1903, fascicolo 7.36 cartella 172)

Diversi altri direttori degli istituti scientifici del Valentino presentarono istanza

al Rettore affinché si ottenesse l'arresto al Valentino una volta chiusa l'Esposizione Universale del 1898. Naccari lamentava poi di aver udito della volontà di far passare una linea tramviaria elettrica da via Valperga Caluso, ancora più vicina alle aule di lezione rendendo impossibili gli esercizi pratici con gli studenti e le ricerche che richiedono l'uso di magneti sospesi e limitando gli studi in laboratorio che richiedano stabilità. Si aprì così un acceso dibattito tra Università e società elettrica in merito al percorso della linea tramviaria. Come noto, tuttavia, ostacoli logistici ed economici impedirono l'identificazione di un percorso alternativo e ancora oggi è presente la linea tramviaria lungo via Valperga Caluso, rappresentante il lato settentrionale del quadrilatero dell'Istituto di Fisica.

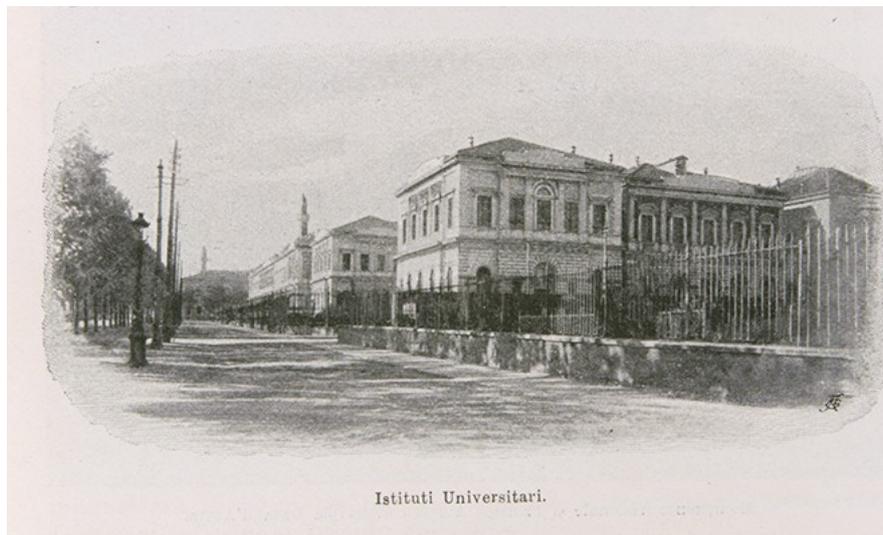


Figura 1.70: Cartolina degli Istituti Universitari, via Massimo d'Azeglio

1.2.8 Dal Gabinetto al Museo di Fisica

Il trasferimento dell'Istituto di Fisica da via Po all'attuale sede avvenne nel 1898 e l'arredamento risale molto probabilmente a quegli anni.

In particolare, le vetrine della "Sala Wataghin", che in origine era sede della Biblioteca dell'Istituto, al primo piano dell'edificio, furono in parte recuperate dalla sede di via Po, mentre in parte furono realizzate appositamente per il nuovo edificio mantenendo lo stile originario.

Il grande tavolo al centro della sala, invece, fu realizzato *ad hoc* per la nuova sala (ASUT, in *Annuario Accademico per l'anno 1898-99*, Vol. 13).

L'ingresso del nuovo Istituto era da corso Massimo d'Azeglio (l'attuale è via Pietro Giuria 1), mentre l'indirizzo sui documenti dell'epoca era indicato come via Esposizione 1, così denominato per la vicinanza con il Valentino, sede delle diverse Esposizioni che si erano susseguite negli anni scorsi (figura 1.71).

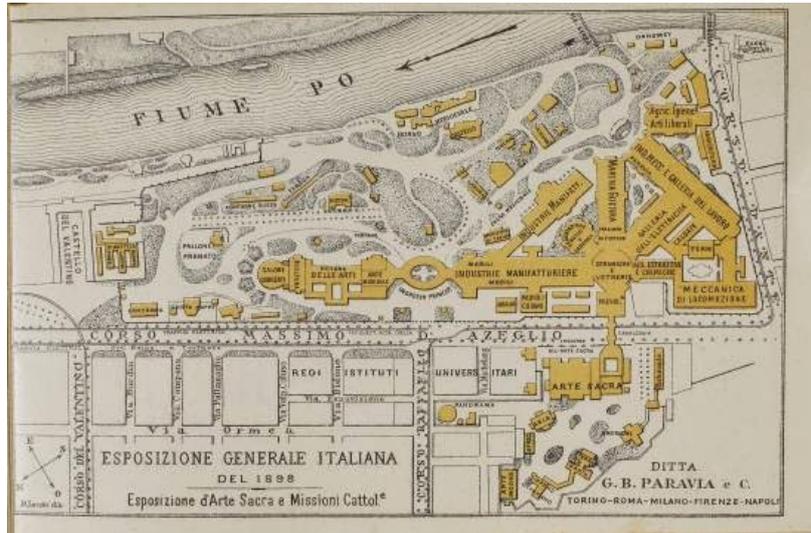


Figura 1.71: Carta dell'Esposizione generale italiana del 1898, Paravia

La pianta dell'edificio era a forma di H, aveva due piani fuori terra, un piano sotterraneo e la parte a sud era occupata dall'Istituto di Igiene (figura 1.72). Lo spazio risultava di molto aumentato rispetto a quello disponibile in via Po, dove il Gabinetto era costituito da due stanze e un laboratorio soltanto. La costruzione, cominciata nel 1886, terminò nel 1893 ma, mancando i soldi gli arredi, si dovette spostare l'inaugurazione al 1898. Nel novembre di quell'anno iniziarono le lezioni.

Nella descrizione del nuovo edificio dell'Istituto di Fisica presente sull'Annuario 1899-1900, si parla di due piani, oltre ai sotterranei: *il piano terreno ospita la Scuola, il Museo e una sala per gli esercizi pratici, le stanze per gli assistenti e parecchie altre stanze per lavori speciali. La stanza per le preparazioni, ch'è vicina alla Scuola, comunica direttamente, oltre che col Museo, con una vasta sala dei sotterranei posta sotto la Scuola. Questa è destinata a contenere gli oggetti più comuni che sono d'uso più frequente nelle lezioni, le pile, un motore a gas, una macchina dinamo-elettrica, un motore elettrico. In una stanza attigua trovasi una batteria di 40 accumulatori. In una delle sale del piano terreno trovasi un apparecchio necessario per l'osservazione degli spettri col reticolo del Rouland. Nel piano superiore trovasi la Biblioteca [in quella che oggi è la Sala Wataghin], lo studio per il Direttore, il suo laboratorio, una sala per esercizi pratici [...]. Sopra il tetto v'ha un terrazzo per osservare i fenomeni meteorologici,*

per lo studio della radiazione solare e simili. Si trova anche un riferimento ai problemi, già sollevati in precedenza da Naccari, che porta la vicina linea tramviaria che rende impossibile ogni ricerca che esige precisione. Nella descrizione sull'Annuario si sottolinea che *ogni tentativo fatto sinora presso il Municipio per ottenere un mutamento di tracciato della linea tramviaria purtroppo è riuscito vano.*



Figura 1.72: Dettaglio del poster contenente planimetria e descrizione dell'Istituto di Fisica (ASUT Corrispondenza 1894-95, fascicolo 7.36)

Nel corso del Novecento si è dedicata poca attenzione alla conservazione della strumentazione e quella non più utilizzata è stata via via accatastata in magazzini e sottoscala.

La necessità di conservare e valorizzare il patrimonio, nonchè esporre gli stru-

menti scientifici “sopravvissuti”, iniziò nel 2001 con un progetto di recupero e catalogazione avviato dalla professoressa Alberta Marzari Chiesa e dal bibliotecario Michele Ceriana Mayneri, in collaborazione con il Settore dei Beni Culturali della Regione Piemonte. Sono stati catalogati nel corso degli anni oltre 1000 strumenti secondo gli standard I.C.C.D. ed è creato un sito con il database delle schede degli strumenti (STS, STRumenti Scientifici) ed in continuo aggiornamento.

La collezione attualmente è collocata nelle 23 vetrinette site nei corridoi del piano terra e del primo piano dell’edificio storico e in altrettante vetrinette della Sala Wataghin, dove sono collocati gli strumenti più antichi e di pregio, tra i quali il *motore di Botto* (si veda paragrafo 1.2.5). A queste si aggiungono alcune vetrinette collocate nel laboratorio del primo piano interrato e nella “Sala Castagnoli” del secondo piano, frutto dell’innalzamento dell’edificio avvenuta negli anni ’60, dove si può ammirare la *macchina di Atwood*.

Gli strumenti che attualmente costituiscono la collezione del Museo venivano utilizzati in laboratorio a scopo di ricerca o a scopo didattico e dimostrativo.

A questa seconda fattispecie appartengono alcuni strumenti di dimensione elevata, pensati per essere utilizzati a scopo dimostrativo durante le lezioni pubbliche nell’Anfiteatro del Rettorato la cui capienza superava le 400 unità.

Un tipico esempio è il galvanometro a quadrante verticale, costruito da Ruhmkroff. Questo galvanometro (figura 1.73) si presenta come uno strumento di grandi dimensioni (65 cm x 33 cm x 60,5 cm) per uso didattico in un’aula di grandi dimensioni. Il quadro sul quale si muove un lungo ago ha una scala con le tacche molto evidenti, probabilmente per mostrare anche agli uditori a grande distanza il funzionamento e le modalità di presa delle misure.



Figura 1.73: Galvanometro a quadrante verticale, costruito da Ruhmkroff (inv. 306, Museo di Fisica)

Gli strumenti ad oggi schedati sono circa 1300 e coprono i diversi ambiti della fisica classica (ottica, elettromagnetismo, meccanica, meteorologia, acustica e termologia) e, in misura meno significativa, la fisica moderna (tubi a raggi catodici, contatori Geiger e strumenti provenienti dal laboratorio del Sincrotrone di Torino).

In particolare, si contano 700 strumenti di elettricità e magnetismo (cassette di resistenza, alimentatori, amperometri e voltmetri, elettroscopi, diversi modelli di pila), 50 strumenti di acustica (tra cui canne d'organo e l'apparecchio di Quincke), 26 strumenti di meteorologia (barometro, pluviometro, psicrometri e anemometri), 66 strumenti di meccanica (bilance, piano inclinato) e 270 strumenti di ottica geometrica e ottica fisica. In merito alla datazione della collezione attualmente preservata dal Museo, sono ricavabili importanti informazioni dagli inventari, come già discusso in precedenza.

Al momento si sono identificati nella collezione 92 strumenti presenti nell'Antico inventario, 426 strumenti che compaiono nell'Inventario generale dal 1874 e 96 presenti nell'Inventario del Consorzio.

La maggior parte della collezione è composta da strumentazione di elettricità e magnetismo, come conseguenza sia dell'evoluzione della fisica nel XVIII e XIX secolo, sia della particolare attenzione prestata dai fisici torinesi in tali epoche verso questi campi emergenti della fisica. L'attività di ricerca e didattica di figure come Beccaria e Nollet e l'abilità nella costruzione degli strumenti della dinastia Jest ha contribuito molto alla morfologia della collezione dell'antico Gabinetto di Fisica e dell'attuale Museo di Fisica.

Il percorso del Museo, così come oggi è pensato e strutturato, parte dalla Sala Wataghin (in figura 1.75) e prosegue nel "corridoio blu" (in figura 1.74), dove sono presenti gli strumenti più antichi di elettrostatica, come i pendolini elettrostatici, le forme per lo studio della distribuzione di carica e qualche strumento legato agli studi sul vuoto (baroscopio e campana per la propagazione del suono). Nel corridoio blu si trovano anche dei pannelli dove viene descritto brevemente l'*Inventario delle machine*, la figura di padre Beccaria e della dinastia Jest, ai quali è dedicata un'intera vetrinetta.



Figura 1.74: “Corridoio blu” del primo piano dell’Istituto di Fisica, che ospita quattro vetrinette



Figura 1.75: Sala Wataghin, Dipartimento di Fisica dell’Università di Torino

Al primo piano, si prosegue con una vetrina che raccoglie gli strumenti legati alla fotografia, in continuità con la strumentazione Jest (paragrafo 1.2.5.2), e con vetrine dedicate ad acustica, bilance e termologia, dove troviamo anche il *banco di Melloni* (figura 1.76). Questo apparato era stato progettato da Macedonio Melloni (1798-1854) per lo studio del "calorico raggiante" ossia della radiazione infrarossa. A prima vista, si presenta come un banco ottico: su un sostegno in legno di mogano dotato di 4 viti calanti e di un cassetto per riporre gli accessori, è fissato un binario di ottone lungo un metro e con scala incisa. Sul binario possono essere inseriti la sorgente di calore, il rivelatore (una pila termoelettrica collegata con un galvanometro), un braccio girevole nel piano orizzontale e diversi altri accessori. Il banco di Melloni si può trovare tra gli strumenti presenti in una scuola in quanto permetteva di fare misure sia di ottica che di termologia, rendendo l'apparato un importante strumento di ricerca e un efficace strumento per la didattica. Non a caso, sono stati trovati diversi esemplari di questo apparato in alcune delle scuole visitate in questo lavoro di dottorato (capitolo 2).

Al piano terra infine si trovano vetrinette riguardanti la parte di circuiti elettrici e misura delle grandezze fisiche ad essi legate, quelle di ottica e di meteorologia.

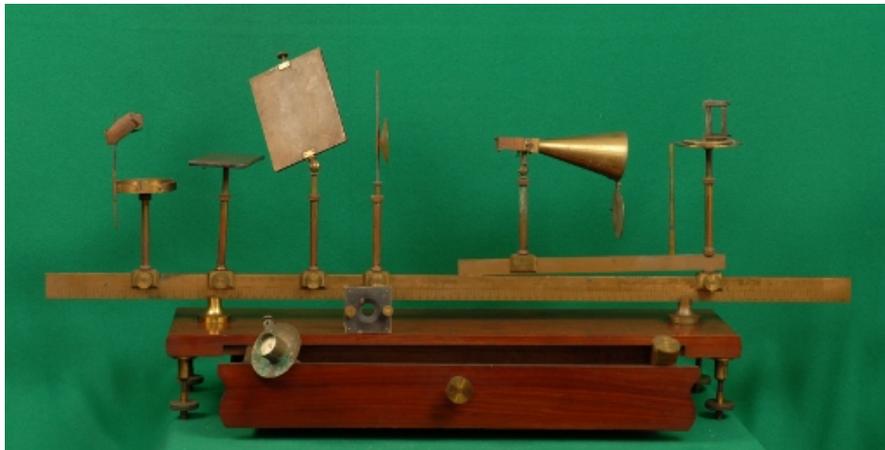


Figura 1.76: Banco di Melloni, costruito da Ruhmkorff (inv. 581, Museo di Fisica)

1.2.8.1 Gli strumenti Jest del Museo di Fisica

La collezione del Museo di Fisica conserva al suo interno diversi strumenti realizzati da Enrico Federico e Carlo Jest (tabella 1.4).

Tra essi, sicuramente degno di nota è il motore di Botto, di cui si è ampiamente parlato nel paragrafo 1.2.5. Tanti sono gli aspetti che lo rendono importante, primo fra tutti il fatto che sia ancora funzionante, come testimoniato da un'attività di restauro e messa in funzione realizzata negli anni '90 nell'ambito di un progetto di valorizzazione del patrimonio culturale dell'Università di Torino organizzata dall'Archivio scientifico e Tecnologico dell'Università di Torino (ASTUT).

Altro aspetto rilevante risiede nel fatto che rappresenta uno dei primi esemplari di motore elettromagnetico mai realizzato. Realizzato da Enrico Federico Jest nel 1834, porta il nome del professore di fisica dell'epoca, Domenico Botto, che lo aveva ideato. Sullo strumento si trova la targhetta in ottone con le incisioni del nome del costruttore e della città e una seconda targhetta su cui si trova l'anno di costruzione.

Strumento	Note	Firma
Motore di Botto	1834	H.F. JEST IN TURIN
Cassettina per elettricità		-
Elettroscopio condensatore di Volta 268		Jest Turin
Piano inclinato		-
Interruttore- commutatore Jest		JEST
Densimetro Carlo Jest		Carlo Jest Torino
Magnetoscopio		CH JEST
Rocchetto a induzione		CH JEST
Spira circolare sospesa		CH JEST
Spira rettangolare sospesa		CH JEST
Galvanometro di Charles Jest		CH. JEST A TURIN
Apparato di Arago per magnetismo di rotazione		CH JEST
Galvanometro differenziale Jest		Ch. Jest
Nonio da aula		CHs Jest
Apparecchio di Charles Jest per la luce elettrica		CH JEST
Induttore elettro-fisiologico di Froment		Jest a Torino
Macchina di Atwood	1823	-

Tabella 1.4: Elenco strumenti Jest del Museo di Fisica

Altri strumenti Jest, come il nonio da aula e il piano inclinato, sono certamente pensati e realizzati a scopo didattico. Altri invece, a scopi di ricerca, come i galvanometri e il densimetro. Il galvanometro differenziale, in particolare, è molto simile a un altro esemplare di galvanometro conservato nel Museo, realizzato dal costruttore parigino di strumenti scientifici Gourjon (a cui si deve, tra l'altro, nel 1835 il primo esemplare di banco di Melloni). Il galvanometro

di Gourjoun precede quello di Jest, che probabilmente ne realizzò uno uguale ispirandosi a quello già presente nel Gabinetto (figura 1.77).



Figura 1.77: Galvanometri differenziali: a sinistra quello realizzato da Gourjon (inv. 534) e a destra quello realizzato da Jest (inv. 535)

I Jest sono noti per essere stati tra i principali costruttori italiani di strumenti scientifici dell'Ottocento e i loro strumenti sono contraddistinti da grande qualità e precisione, degne di essere menzionate nei testi dell'epoca. Non è insolito trovare nelle tavole di libri ottocenteschi figure rappresentanti gli strumenti costruiti da questa famiglia.

L'attività della famiglia Jest, sebbene sempre legata all'Università, si svolgeva anche in altri ambiti e presso altri enti come già detto in precedenza (paragrafo 1.2.5.3). La produzione di strumenti spaziava in vari campi fra i quali fisica, meteorologia, ottica, chimica e geodesia. Importanti collezioni di strumenti Jest, oltre a quella del Museo di Fisica, sono tuttora presenti presso le Università di Cagliari e Genova, e negli antichi Gabinetti di Fisica di alcune scuole secondarie del Piemonte (capitolo 2), quali il Liceo Cavour di Torino e il Liceo Porporato di Pinerolo. Strumenti "Jest" sono stati trovati anche presso gli archivi del Museo del Cinema di Torino.

1.2.8.2 L'Inventario generale dell'Istituto di Fisica Sperimentale

Nel 1957 l'inventario generale del Gabinetto di Fisica del 1874 venne ricopiato su tre registri rilegati in tela, la cui pagina iniziale è intestata "Università degli Studi di Torino - Istituto di Fisica Sperimentale - Inventario Generale". Furono trascritte tutte le voci, per un totale di 5351 numeri di inventario e circa 10000

voci. Gli strumenti e i libri acquisiti da luglio 1951 in poi furono aggiunti di seguito, sul terzo registro, proseguendo la numerazione precedente. Per questi oggetti, dal novembre 1951, venne anche compilata la colonna “numero del buono di carico”. In tutti i volumi, nell’ultima colonna, sono registrate in inchiostro rosso le date di scarico. In questa colonna, intitolata “data”, fu registrato lo scarico o una variazione nella consistenza. L’ultimo strumento aggiunto sul terzo registro porta la data 1 giugno 1960 e il numero di inventario 5904. Esiste, infine, un quarto registro che arriva al 6 agosto 1974 e il cui ultimo numero di inventario è il 7928. [44]

1.2.8.3 Il Museo di Fisica oggi: analisi del microclima

Nel’ambito delle recentissime attività per l’analisi e la valorizzazione del patrimonio scientifico-culturale rappresentato dalla collezione del Museo di Fisica, analisi e valorizzazione che sono parte integrante del presente lavoro, si è collaborato a un’attività di monitoraggio del microclima nelle vetrinette di legno di uno dei principali locali del Museo, la già citata Sala Wataghin. come sopra discusso (Paragrafo 1.2.8), tale sala, che in origine era la Biblioteca dell’Istituto, preserva alcuni degli strumenti di maggior pregio, oltre che numerose collezioni di antiche riviste scientifiche quali i primi numeri della rivista Nature.

L’obiettivo della presa dati, effettuata tramite il posizionamento di 11 termogigrometri, è stato quello di monitorare eventuali escursioni termiche e fluttuazioni di umidità relativa tra l’interno e l’esterno delle vetrine, in funzione delle variazioni dell’ambiente esterno. L’analisi eseguita ha avuto l’obiettivo di valutare l’idoneità delle vetrine alla conservazione di testi e strumentazione scientifica in funzione dei valori imposti dalla normativa vigente. L’analisi dei dati, che coprono un periodo di 13 mesi, sonda pertanto variazioni giornalieri mensili e stagionali.

Il posizionamento dei sensori nella stanza è stato progettato selezionando tre punti diversi nella sala: la vetrina 1 non ha luce diretta esterna ma ha un termosifone alla base; la vetrina 10 è posizionata di fronte alla finestra ed è esposta alla luce; la vetrina 16 infine è in una zona più di “ombra”, come si può vedere nello schema in figura 1.78. All’interno di ogni vetrina sono stati posizionati tre sensori, a diverse altezze, mentre 2 sensori sono stati collocati esternamente alle vetrine 1 e 16, ma in loro prossimità (figura 1.79) [29].

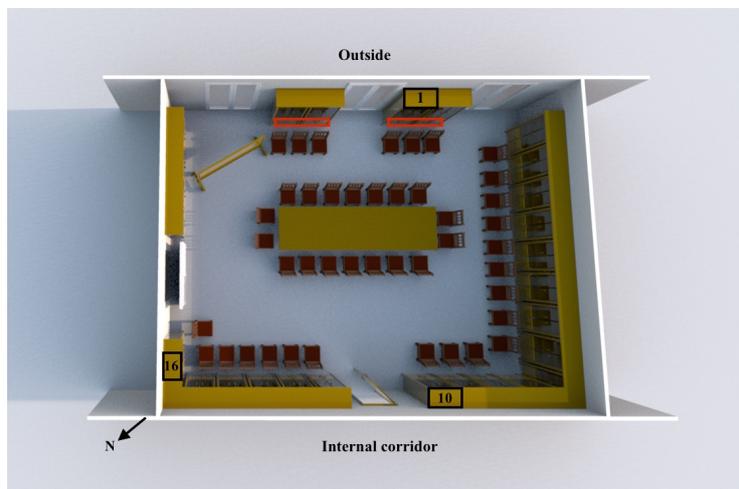


Figura 1.78: Schema del posizionamento dei termoigrometri nella Sala Wataghin

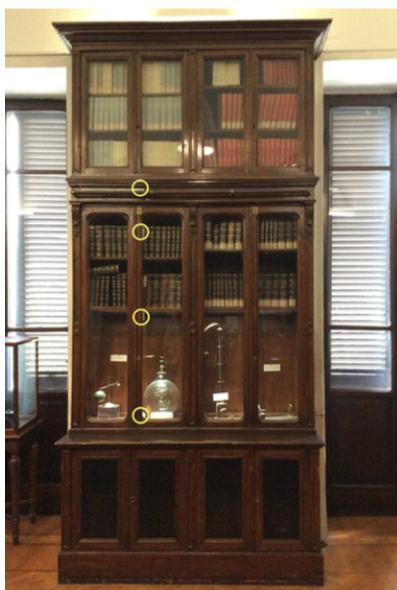


Figura 1.79: Collocazione dei termoigrometri a diverse altezze nella vetrina 1 della Sala Wataghin

L'analisi delle escursioni giornaliere in temperatura e umidità relativa e il loro confronto con le soglie UNI 10829 hanno mostrato che le condizioni microclimatiche erano migliori all'interno delle vetrine rispetto all'esterno (nella stanza) e che le vetrine erano caratterizzate da diverse condizioni microclimatiche a seconda della loro posizione nella stanza. In particolare, si sono verificate condizioni più critiche nella vetrina 1, vicina al termosifone, quando il sistema di riscaldamento era acceso e in particolare nel sito esposto alla luce naturale diretta. Al fine di fornire un parametro in grado di confrontare correttamente i microclimi all'interno delle vetrine, è stato proposto un nuovo indice (IME, Index of Microclimatic Excursions). La sua definizione si basa sulle soglie UNI 10829 e considera il tempo in cui le variazioni di temperatura e di umidità relativa sono inferiori o superiori alle soglie, nonché la distanza da tali soglie. La ricerca in questione e i risultati ottenuti sono contenuti in un articolo pubblicato sul volume 33 dello *European Physics Journal Plus* (2018), che si trova in versione integrale in appendice A. [29]

L'analisi della situazione microclimatica della Sala Wataghin, confrontata con la normativa, ha evidenziato inoltre come la normativa attuale non includa specifici valori di soglia relativi alla conservazione di strumenti scientifici, ma soltanto indicazioni relative al materiale in cui è costruito l'oggetto conservato. La natura "complessa" di gran parte degli strumenti storico-scientifici, i quali sono caratterizzati molto spesso da materiali molto diversi, quali legno, metallo e vetro, i quali reagiscono in modo molto diverso alle variazioni microclimatiche, suggerisce la necessità di un'integrazione della nuova UNI per renderla più facilmente adattabile al caso dei musei scientifici.

1.2.9 Conclusioni

L'analisi della collezione dell'antico Gabinetto di Fisica dell'Università di Torino, come visto nei paragrafi precedenti, è stata effettuata incrociando le informazioni ricavabili da fonti primarie molto diverse tra loro, quali:

- *fonti materiali*, e nello specifico la collezione dell'attuale Museo di Fisica dell'Università di Torino
- *fonti archivistiche* relative alla collezione dell'antico Gabinetto, come l'*Antico Inventario*, l'*Inventario del Consorzio* e l'*Inventario generale del 1874* (Museo di Fisica), l'*Inventario delle Machine* risalente al 1760 circa (Biblioteca del Dipartimento di Fisica)
- *fonti archivistiche* relative alla storia dell'Università di Torino, tra le quali i mandati di pagamento e la corrispondenza (ASUT), nonché il progetto del Museo dell'Università del 1739 (ASTo), e per i documenti riguardanti il trasferimento dell'Istituto di Fisica nell'attuale sede (ASUT, ASCT)

Questo insieme di fonti, pur molto spesso incomplete, anche per via di perdite documentarie derivanti dai bombardamenti alleati nella seconda guerra mondiale, che hanno determinato la distruzione di ingenti quantità di informazioni

nell'Università di Torino, hanno consentito di ricostruire in modo relativamente dettagliato la storia del Gabinetto di Fisica e della sua collezione, all'interno della storia più ampia dell'Istituto di Fisica.

Da questa analisi emerge, in particolare, come la collezione dell'attuale Museo di Fisica, pur molto ricca e varia (circa 1300 strumenti catalogati), presenta alcune "criticità" e, in particolare:

- assenza di gran parte del nucleo originale di strumenti settecenteschi risalenti al periodo di Roma, Garro, Beccaria e alle donazioni di Nollet; solo pochi strumenti del Settecento sono pervenuti, quali, a titolo di esempio, i pendolini elettrostatici conservati nella sala Wataghin e nel "Corridoio blu";
- assenza di una tipologia di strumenti molto importanti, e che sono stati cruciali nella storia del Gabinetto di Fisica: le *antiche macchine elettriche a strofinio*, quali quelle utilizzate da Garro e Beccaria.

Incoraggiante, invece, è la sopravvivenza di molti apparati ottocenteschi della "dinastia Jest", a partire dal Motore di Botto, sebbene, a proposito di quest'ultimo, si deve registrare la scomparsa di alcune sue varianti, quali l'apparato locomotore del 1836.

Nel prossimo capitolo, saranno presentati i risultati della mappatura delle collezioni storico-scientifiche di alcune scuole del Piemonte, con l'obiettivo di illustrare lo stato e la consistenza di tali collezioni, nonché di metterle a confronto con la collezione del Museo di Fisica dell'Università di Torino.

Capitolo 2

Le collezioni storico-scientifiche dei licei classici

Come discusso nel capitolo precedente, la collezione del Museo di Fisica dell'Università di Torino, pur contando oltre 1000 strumenti appartenenti ai diversi settori di ricerca della Fisica, non risulta completa. Caratteristica maggiormente evidente è sicuramente la mancanza di antiche macchine elettriche a strofinio, che tanta importanza ebbero negli studi sull'elettricità nel Settecento e nella costruzione del concetto di carica elettrica nell'Ottocento [37].

Questo progetto di ricerca ha come secondo obiettivo, che segue l'analisi storica della collezione del Museo e della storia dell'Istituto, proprio quello di identificare le collezioni storico-scientifiche piemontesi in cui siano presenti strumenti risalenti al XIX secolo, al fine di arrivare a una mappatura completa delle principali collezioni delle scuole delle province di Torino e Cuneo, con l'obiettivo di scoprire ove sia possibile trovare gli strumenti, di maggior pregio e/o interesse, anche quelli non più presenti nel nostro Museo.

La scelta delle scuole oggetto di analisi è stata dettata da due fattori: antecedenti al Novecento (al fine di identificare le collezioni con gli strumenti più antichi) e interesse potenziale della collezione.

Questi criteri hanno comportato la scelta di concentrare l'attenzione sugli antichi Licei Classici, delle province di Torino e Cuneo, trascurando quindi i Licei scientifici, che, come è noto, furono istituiti solamente con la Riforma Gentile del 1923 e che quindi non dovrebbero possedere collezioni storico-scientifiche di interesse.

Il Liceo Classico, infatti, è l'istituzione che negli anni dell'esperienza unitaria attraversa la grande Riforma Casati, promulgata con Regio Decreto del 13 novembre 1859. Con la Riforma del 1859 si arrivò a distinguere tra Ginnasio inferiore, Ginnasio superiore, Liceo inizialmente con i sei anni che saranno portati poi ad otto (cioè cinque ginnasiali e tre liceali) [71]. Interessanti i numeri

*Riforma Casati
1859*

relativi a queste istituzioni a livello nazionale: negli anni Sessanta dell'Ottocento, in Italia, i Ginnasi sono 95, i Licei Regi 63, 49 gli istituti pareggiati e 94 quelli non pareggiati. Alla fine del secolo i ginnasi - regi licei arrivano a sfiorare il centinaio. Va ricordato che, dal 1729, in Piemonte le funzioni pedagogiche, esercitate tradizionalmente dalla Chiesa, erano passate parzialmente al Regio Governo Sabauda.

Dal 1832 la scuola elementare era gestita dalla Chiesa, mentre le scuole superiori erano principalmente gestite da privati. Immediatamente dopo l'Unità d'Italia, Torino contava 70 istituti di istruzione privata tra licei, convitti e istituti religiosi (orfanotrofi, educandati, ricoveri per fanciulli poveri). Diversi licei privati offrivano l'opportunità di prepararsi alla licenza liceale in soli due anni, anziché tre: per citarne alcuni il liceo Bracco in via Milano, l'Istituto liceale Fornaris in via dell'Ospedale o ancora il liceo Quiri in via Doragrossa. Come nel caso dell'ultimo citato, alcuni licei venivano aperti da un professore che creava autonomamente una scuola ospitata all'interno di edifici privati. Tra gli istituti privati fondati a metà Ottocento, e ancora attivi ad oggi, sono il liceo Faà di Bruno, il collegio Val Salice, le Scuole Tecniche San Carlo, il Collegio degli Artigianelli, il Valdocco, l'Istituto della Sacra Famiglia e le scuole di Sant'Anna avviate dalla famiglia Barolo. Alcune scuole nate come centri di istruzione privata sono diventate negli anni scuole pubbliche, come ad esempio la "Scuola Tipografica e di arti affini", poi Istituto Paravia, aperta nel 1902 e divenuta statale solo cinque anni dopo. Lo stesso si può dire della scuola per aspiranti maestre avviata da Domenico Berti e trasformata nel 1884 in Scuola Normale parificata, ospitata dal 1926 nei locali di quello che era all'epoca un altro centro di formazione privato, l'Educatore Duchessa Isabella [72].

La mappatura delle collezioni scolastiche, come si vedrà nel seguito, non si è pertanto limitata ai licei classici ma è stata occasionalmente, ed in via preliminare integrata con istituti tecnici e *seminari vescovili* grazie ai contatti instaurati con docenti e presidi del territorio.

Le situazioni che si incontrano nelle scuole sono di diverso tipo e vanno trattate in modo diverso, adattando l'intervento a seconda dello stato della collezione e della disponibilità alla collaborazione. Le situazioni riscontrate visitando le scuole del territorio possono essere riassunte nelle seguenti tipologie di collezioni scolastiche [60]:

- Strumenti conservati in scatoloni in ripostigli della scuola e non più utilizzati
- Strumenti accatastati in mobili o scaffali nel laboratorio, senza catalogazione né attenzione all'esposizione
- Strumenti in parte esposti in vetrine e talvolta mostrati durante la lezione
- Collezione esposta in vetrine espositive all'interno del laboratorio con cartellino e/o scheda dello strumento
- Allestimento di un vero e proprio *museo scolastico*, visitabile, in orari stabiliti, da chi interessato

Come risulta evidente dall'elenco sopra riportato, le casistiche sono molto diverse tra loro e le possibili soluzioni e misure di adeguamento vanno studiate caso per caso, tenendo conto che la scuola non ha personale dedicato a questo tipo di mansioni. Spesso sono insegnanti e tecnici appassionati che decidono di occuparsene, talvolta affiancati da studenti interessati durante laboratori pomeridiani extrascolastici. Risulta fondamentale partire da una prima ricerca sulla storia della scuola per inquadrare poi il lavoro di datazione. Importante è reperire un inventario, o almeno un elenco di strumenti, al fine di facilitare il lavoro di datazione e di identificazione dello strumento. Stabilito un primo contatto, si propone la collaborazione con il Museo di Fisica attraverso l'offerta, per le classi interessate, della visita guidata e delle attività pratiche con riproduzione degli strumenti storici di laboratorio.

In questo capitolo sarà dedicato un paragrafo a ogni scuola visitata, delineandone brevemente la storia della scuola, la tipologia di collezione, lo stato di conservazione, l'utilizzo attuale e, ove è stato possibile, i progetti di collaborazione instaurati.

2.1 Licei e Ginnasi della provincia di Torino

Nel Settecento e in parte dell'Ottocento, il cardine del sistema scolastico era costituito dalle scuole di latinità e dai collegi. Vi si accedeva generalmente già sapendo leggere e scrivere e avevano la durata di sei anni, con numerazione inversa, iniziando cioè dalla classe sesta, seguite da quinta, quarta, terza (grammatica), retorica e umanità. Nel 1822 a Torino l'istruzione superiore era impartita presso il collegio del Carmine e il collegio San Francesco da Paola, che avevano il corso completo e presso la scuola di San Francesco di Assisi, con le classi quinta e sesta e la scuola San Carlo con la classe sesta. Queste scuole erano dette regie o pubbliche, poi trasformate nel 1848 in cinque anni di corso con programmi integrati con nozioni di aritmetica, geometria, storia e storia naturale. È la legge Casati del 1859 (figura 2.1), legge quadro che riforma la scuola dalla primaria alla secondaria, a stabilire la suddivisione in ginnasi, dalla durata di cinque anni (divisi in triennio inferiore e biennio superiore), e licei, di tre anni.



Figura 2.1: La legge Casati sulla Gazzetta piemontese del 18 novembre 1859

I primi erano i diretti successori delle scuole di latinità mentre i licei assorbivano il corso di filosofia elementare che in precedenza si compiva a livello universitario e aveva durata di due anni. I ginnasi sono a carico del Comune, tranne quelli che già in precedenza erano sostenuti dallo Stato mentre le spese per i licei sono sostenuti a metà tra Stato e Comune: il primo provvede a insegnanti e materiale scientifico, il secondo agli edifici scolastici. I ginnasi insegnano lingua latina, italiana e greca, geografia e storia antica, nozioni elementari di antichità greche e romane, geografia fisica e aritmetica. Il direttore spirituale si occupa dell'istruzione religiosa. Completano il programma didattico insegnamenti ginnici e insegnamenti base di maneggio del fucile. Si accede al ginnasio attraverso un esame di ammissione e allo stesso modo un esame annuale decreta la promozione all'anno successivo.

Dopo l'Unità d'Italia i ginnasi torinesi continuano ad essere quelli del Carmine e di San Francesco da Paola, cui si somma il più recente ginnasio Monviso. Nel 1865 viene emanato un decreto (R.D. 4 marzo 1865, n. 2229) "Per la denominazione dei Regii Licei" dove si trovano elencati i regii Licei nello stato italiano a quella data: per Torino il liceo Cavour (Carmine) e il liceo Gioberti (San Francesco da Paola). L'art. 1 di questo decreto afferma che "I Licei Regii, descritti nella Tabella unita al presente decreto, e firmata d'ordine Nostro dal Ministro per la Pubblica Istruzione, assumeranno la denominazione che nella Tabella stessa a ciascuno viene assegnata" (tabella 2.1). L'istituzione dei Licei di Stato nasceva anche dal desiderio di favorire una convergenza di consensi, almeno intellettuali, intorno al nuovo Regno.

Denominazione dei Regii Licei dello Stato.

Liceo di Alessandria	<i>Plana.</i>	Liceo di Messina	<i>Maurolico.</i>
» Aquila	<i>Cotugno.</i>	» Milano (S. Alessandro)	<i>Beccaria (Csare).</i>
» Arezzo	<i>Petrarca.</i>	» « (Porta Nuova)	<i>Parini.</i>
» Avellino	<i>Colletta.</i>	» Modena	<i>Muratori.</i>
» Bari	<i>Cirillo.</i>	» Mondovi	<i>Beccaria Gian Battista.</i>
» Benevento	<i>Giannone.</i>	» Monteleone	<i>Filangieri.</i>
» Bergamo	<i>Sarpi.</i>	» Napoli	<i>Vittorio Emanuele.</i>
» Bologna	<i>Galvani.</i>	» «	<i>Principe Umberto.</i>
» Brescia	<i>Arnaldo.</i>	» Noto	<i>Di Gregorio.</i>
» Cagliari	<i>Dettori.</i>	» Novara	<i>Carlo Alberto.</i>
» Galtanissetta	<i>Ruggiero Settimo.</i>	» Palermo	<i>Vittorio Emanuele.</i>
» Campobasso	<i>Mario Pagano.</i>	» Parma	<i>Romagnosi.</i>
» Casale	<i>Balbo.</i>	» Pavia	<i>Foscolo.</i>
» Catania	<i>Spedalieri.</i>	» Piacenza	<i>Gioia.</i>
» Calanzaro	<i>Galluppi.</i>	» Pisa	<i>Galilei.</i>
» Cesena	<i>Monti.</i>	» Pistoia	<i>Buonarrot.</i>
» Chieti	<i>Vico.</i>	» Potenza	<i>Salvator Rosa.</i>
» Como	<i>Volta.</i>	» Reggio (Calabria)	<i>Campanella.</i>
» Cosenza	<i>Genovesi.</i>	» Reggio (Emilia)	<i>Spallanzani.</i>
» Cremona	<i>Manin.</i>	» Salerno	<i>Tasso.</i>
» Cuneo	<i>Pellico.</i>	» Sassari	<i>Azuni.</i>
» Faenza	<i>Torricelli.</i>	» Savona	<i>Davila.</i>
» Fermo	<i>Sigonio.</i>	» Siena	<i>Guicciardini.</i>
» Ferrara	<i>Ariosto.</i>	» Sinigaglia	<i>Perticari.</i>
» Firenze	<i>Dante.</i>	» Sondrio	<i>Piazz.</i>
» Genova	<i>Colombo.</i>	» Spoleto	<i>Pontano.</i>
» Girgenti	<i>Scinà.</i>	» Sanremo	<i>Cassini.</i>
» Ivrea	<i>Botta.</i>	» Teramo	<i>Melchior Delfico.</i>
» Lecce	<i>Sannazzaro.</i>	» Torino (Carmine)	<i>Cavour.</i>
» Livorno	<i>Niccolini.</i>	» « (S. Francesco)	<i>Gioberti.</i>
» Lodi	<i>Verri.</i>	» Trapani	<i>Ximenes.</i>
» Lucca	<i>Macchiavelli.</i>	» Vercelli	<i>Lagrangia.</i>
» Laceria	<i>Broggia.</i>		
» Macerata	<i>Leopardi.</i>		
» Maddaloni	<i>Giordano Bruno.</i>		
» Massa	<i>Pellegrino Rossi.</i>		

Tabella 2.1: Tabella con l'elenco dei Regii Licei al 4 marzo 1865 (R.D. 4 marzo 1865, n. 2229, "Per la denominazione dei Regii Licei")

Il ginnasio Monviso era stato aperto nel 1831 con il nome di collegio di Porta Nuova, all'inizio con il solo corso di grammatica e poi con l'aggiunta di umanità e retorica. Trasferito in via dell'Arcivescovado e infine in via dell'Arsenale, è il genitore dell'odierno liceo D'Azeglio. In questi anni postunitari Torino annovera quindi due Regi Licei: il liceo del Carmine, rinominato dopo il 1865 liceo Cavour, con sede in via del Carmine 7, e il liceo San Francesco da Paola, rinominato liceo Gioberti, in via Po 18. Nel 1901 da alcune sezioni del liceo D'Azeglio prese vita quello che diventerà l'odierno liceo Alfieri.

In figura 2.2 è riportata la carta della provincia di Torino in cui sono indicati i licei identificati per la ricerca in questione.



Figura 2.2: Carta con le scuole visitate nella provincia di Torino

2.1.1 Liceo Cavour

Le origini del Liceo, la cui sede centrale è attualmente situata in corso Tassoni risalgono al Cinquecento, al Collegio dei Nobili di Torino, trasferitosi nel 1783 dall'attuale palazzo dell'Accademia delle Scienze nel palazzo di via delle Scuole (l'attuale via Bligny) che occupa per circa centocinquant'anni. L'istituto è trasformato in Collegio Urbano nel 1805, diventando poi Collegio-Convitto nazionale di Educazione con la riforma Boncompagni del 4 ottobre 1858. Una volta sottratto ai gesuiti, l'istituto diventa il primo liceo statalizzato del Regno di Sardegna. Nel 1865, come visto in tabella 2.1, il liceo del Carmine viene rinominato liceo Cavour.

All'epoca, il Ginnasio e il Liceo hanno un'organizzazione distinta, fino all'unificazione, avvenuta negli anni 1874-1877, sotto l'unico preside del Liceo. La popolazione scolastica del periodo giunge anche da fuori Torino e gli studenti fuori sede sono ospitati presso il Convitto nazionale annesso all'istituto. La sede del Convento del Carmine di via Bligny fu abbandonata nel 1931 per il trasferimento in corso Tassoni 15. La nuova sede accoglie importanti collezioni scientifiche e naturalistiche, un laboratorio di Fisica, una Biblioteca e un

Archivio storico, già presente nell'antica sede. La succursale, fondata nell'a.s. 1986-1987 in via Filadelfia 242, dall'a.s. 1996-1997 ha sede in via Tripoli 82. La scuola ha avuto negli anni numerosi allievi che si sono poi distinti in diversi campi: dall'insegnamento (gli italianisti Augusto Monti e Natalino Sapegno, i latinisti Ettore Stampini e Augusto Rostagni, il filosofo Lodovico Geymonat, lo storico dell'arte Giulio Carlo Argan, il matematico Giuseppe Peano) alla politica (Luigi Einaudi, secondo Presidente della Repubblica Italiana) [73].

2.1.1.1 La collezione

La collezione degli strumenti della scuola si trova attualmente collocata in una sala dotata di vetrinette in legno e raggruppati per tematica. Degne di nota sono le due macchine elettriche, recentemente restaurate, una delle quali riprodotta in figura 2.3. Si tratta di uno dei primi esemplari di macchina elettrica a induzione (evoluzione delle più antiche, e meno vantaggiose, macchine a strofinio), realizzata a partire dal 1865 da August Toepler e Wilhelm Holtz, dai quali deriva poi la più nota macchina di Wimshurst.



Figura 2.3: Macchina elettrica di Topler-Holtz, Liceo Cavour di Torino



Figura 2.4: Vetrina espositiva del liceo Cavour, dove si trova l'elettrocalamita firmata Ch. Jest

La collezione del Cavour è stata oggetto di interesse del bibliotecario Michele Ceriana, che aveva effettuato una ricerca sugli strumenti a firma Jest [19]. Il suo lavoro di catalogazione ci ha lasciato un elenco di strumenti che comprende 334 voci: si trovano un banco ottico di Melloni, amperometri, aghi magnetici, apparati per la dinamica dei fluidi, bilance, strumenti per l'elettrostatica (bottiglie di Leida, elettroscopio a foglie d'oro), diversi modelli di pila, apparati per lo studio dell'ottica, diapason, un piano inclinato e diversi termometri. Risultano attribuibili a Jest 21 strumenti conservati presso il liceo Cavour, quali apparati di Oersted, barometri, elettrocalamita (figura 2.4), elettrometri ed altri riportati in tabella 2.2.

Nome strumento	Firma	n° inventario
Apparato di Oersted con ago di declinazione	Jest	437
Apparato di Oersted con ago di inclinazione	Jest (Ch. Jest)	438
Apparato per il moto composto	Jest (Ch. Jest, Turin)	368
Apparato per la legge di Boyle	Jest (Ch. Jest)	357
Apparato per le forze parallele	Jest	329
Apparato di Chladni	Jest	365
Barometro (resta solo la tavola graduata)	Jest	561
Barometro comune	Jest (Ch. Jest)	359
Calorimetro di Lavoisier	Jest	403
Elettrocalamita	Jest (Ch.s Jest)	444
Elettrometro a quadrante	Jest	422
Emisferi di Magdeburgo	Jest	347
Galvanometro	Jest	435
Magazzino magnetico di quattro spranghe	Jest	434
Paradosso meccanico con cilindro e guida	CH. Jest	317
Pirometro	Jest (Ch. Jest)	396
Spranghe magnetiche entro scatola	Jest	433
Telegrafo elettromagnetico di Wheatstone	Jest (C.lo Jest in Torino)	455
Termometro di Leslie	Jest (Jest a Torino) 1848	409
Termometro di Six	Jest (Carlo Jest Torino)	533
Vasi comunicanti	Jest (CH. Jest)	341

Tabella 2.2: Strumenti Jest al Liceo Cavour di Torino

2.1.2 Liceo Gioberti

Il liceo Gioberti fonda le sue origini nel Collegio di San Francesco da Paola, nei pressi via Po. Le sue origini si attribuiscono ai frati di S. Francesco da Paola, chiamati a Torino nel 1623 da Carlo Emanuele I per contrastare l'eresia. Nel 1632 gli venne assegnato un lotto di terreno lungo la strada che dal castello conduceva verso il Po, e dove costruirono una chiesa con annesso convento, e successivamente il collegio [74, 3].

Nel 1804 Napoleone definì le norme relative ai Licei e ai Politecnici per dare spazio all'istruzione superiore pubblica. A Torino, nel 1805, fu stabilito in una parte dell'ex convento di S. Francesco da Paola un Collegio Urbano per gli studi di latinità e filosofia elementare. Dopo la Restaurazione la città di Torino assunse l'amministrazione delle scuole e nello stesso anno del ritorno dei Savoia, il Magistrato della Riforma, il 6 settembre 1814, richiese la conferma di due scuole di Umanità e Retorica. Nel 1822 la città utilizzò i conventi del Carmine e di S. Francesco da Paola per le scuole di latinità. Nel convento di S. Francesco da Paola furono installate una Terza, una Quarta, una Quinta, una Sesta.

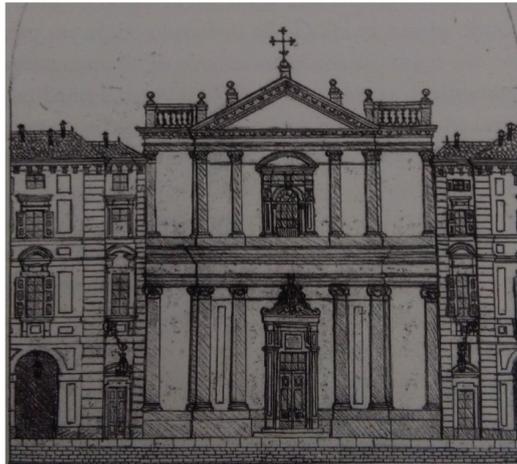


Figura 2.5: Via Po 18, prima sede del Liceo Gioberti

Il primo documento in ordine cronologico, ritrovato nell'Archivio Storico del Liceo "Vincenzo Gioberti" risale al 1825 ed è un Registro generale del Collegio di "S. Francesco da Paola". Comprende le classi di Retorica, Umanità, Grammatica ed Elementari. La città di Torino dal 1 novembre 1828 cessò ogni forma di vigilanza sulle scuole di Latinità. Nel 1831, crescendo a dismisura gli allievi di Latinità del Collegio di S. Francesco da Paola, s'iniziò la costruzione di un nuovo Collegio, detto di Porta Nuova, che dal 1848/49 al 1851/52 fu accorpato al collegio di S. Francesco da Paola.

Nel 1865, come visto (R.D. 4 marzo 1865, n. 2229), il Collegio di San Francesco da Paola diventò il Regio Liceo Classico Gioberti. Intorno al 1875, la sede del Li-

I documenti analizzati per la datazione degli strumenti del liceo, e appartenenti al Fondo "Ginnasio Liceo Vincenzo Gioberti" - I Sezione Ginnasio - Liceo (I Categoria Amministrazione), sono:

- una bella copia dell'inventario dal 1870 (GLVG1): gli strumenti trovati in questo inventario sono stati datati come antecedenti al 1870
- un inventario completo fino a 1872 (GLVG 3)
- un inventario che parte nel 1892 (GLVG 14)
- un inventario che parte nel 1952 (GLVG 6)
- un inventario del 1971, che riporta gli acquisti anno per anno con annotazioni di aumenti/diminuzioni di valore (GLVG 19)

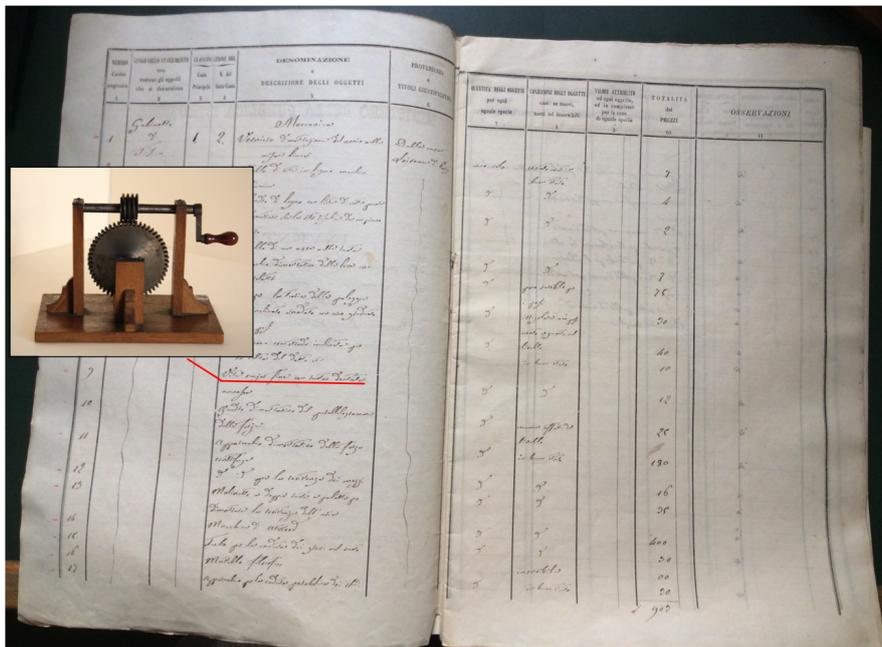


Figura 2.7: Pagina dell'inventario del 1870 (GLVG1) con riferimento alla vite perpetua con ruota dentata

2.1.2.2 La collezione del Gabinetto di Fisica

Sulla base della catalogazione preliminare custodita presso il laboratorio di fisica del liceo, costituita dagli strumenti effettivamente presenti nelle vetrine, si ricava che la collezione comprende più di 1200 strumenti, molti dei quali

ancora utilizzabili e in buono stato. Principalmente si tratta di strumenti di elettromagnetismo, meccanica e ottica.

Il lavoro di datazione degli strumenti è stato possibile grazie agli inventari presenti nell'Archivio storico del liceo. Grazie a queste fonti (paragrafo 2.1.2.1) è stato possibile stabilire con esattezza la data di carico di circa 400 strumenti. Da questa analisi, risulta che 169 strumenti sono antecedenti al 1870; 67 sono stati acquistati tra il 1870 e il 1900; 172 strumenti risalgono alla prima metà del XX secolo, come riportato nel grafico in figura 2.8. Nel grafico seguente sono riassunti i dati riguardanti la classificazione degli strumenti per datazione e ambito di appartenenza.

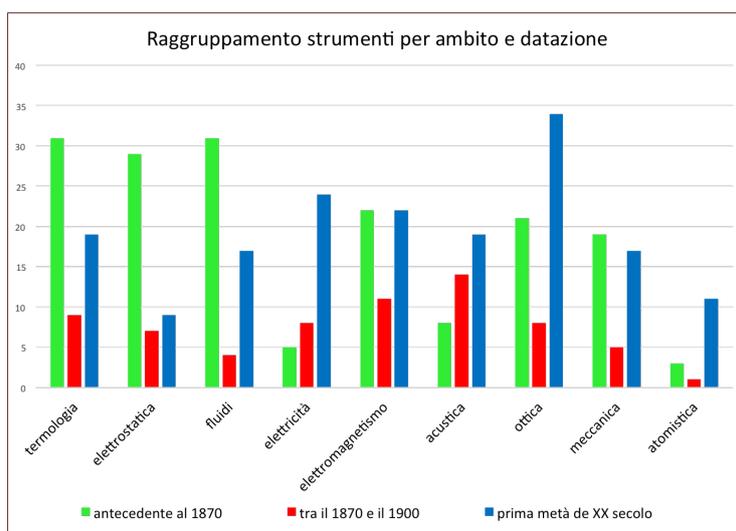


Figura 2.8: Distribuzione degli strumenti per data di carico e tematica

Dal grafico si può notare che gli strumenti più antichi sono prevalentemente di termologia, elettrostatica e fluidi.

Oltre alle importanti informazioni legate alla datazione, l'analisi di uno degli inventari (GLVG1), ci ha permesso di risalire al costruttore di parte degli strumenti. Molti degli strumenti più antichi risultano essere di costruzione francese e provenire dalla ditta Loiseau di Parigi. All'epoca infatti, una buona parte dei costruttori di strumenti scientifici era francese, come si può rilevare anche nella collezione del Museo di Fisica dell'Università. Tra le altre cose, è stato anche identificato uno strumento a firma Jest: la pila a corona di tazze mostrata in figura 2.9.

Uno degli strumenti più rilevanti della collezione è la macchina elettrostatica di Ramsden (ideata da Ramsden nel 1766), in figura 2.71, uno dei primi esemplari della macchina elettrica a strofinio, antecedente al 1870 e costruita dalla ditta parigina Loiseau.



Figura 2.9: Pila a corona di tazze di fabbricazione Jest, liceo Gioberti

2.1.3 Liceo D'Azeglio

Dopo l'istituzione dei primi due Regi Licei torinesi, il Cavour e il Gioberti, fu istituito a Torino, nel 1882 un terzo regio liceo: il liceo d'Azeglio.

Derivante dall'antico Collegio di Porta Nuova, il Ginnasio Monviso, nasce nel 1831 in una casa collocata sul lato occidentale del Giardino dei Ripari (l'odierna Piazza Maria Teresa) per soddisfare le esigenze dell'accresciuta popolazione di Borgo Nuovo e per ridurre l'eccessivo numero di iscritti al Collegio di S. Francesco da Paola (poi Gioberti). Nel 1852, l'istituto è trasferito dal Comune in via dell'Arcivescovado, nel Convento annesso alla chiesa della B. V. degli Angeli, e nel 1857 si sposta ancora in via dell'Arsenale 35. Data la sede, nell'ex quartiere dei macelli Monviso, il nome dell'Istituto diventa Collegio Municipale Monviso, che con l'Unità d'Italia diventa Regio Collegio Ginnasio Monviso. Con la crescita della popolazione scolastica e il bisogno di nuovi licei, nel 1882, su iniziativa del Comune, l'Istituto diventa Liceo Monviso e, nello stesso anno acquisisce la denominazione di Regio Liceo Massimo d'Azeglio (si vede il R.D n. 1022 del 29 giugno 1882, figura 2.10) ed è spostato nella sede attuale di via Parini, che nel 1887 viene sopraelevata di due piani su progetto dell'ingegnere Carlo Velasco [77].

Il N. 1022 (Serie 3^a) della Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno contiene il seguente decreto :

U M B E R T O I

PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE

RE D'ITALIA

Veduta la legge sulla pubblica istruzione del 13 novembre 1859, n. 3725;

Riconosciuto che al gran numero degli alunni sono insufficienti due soli Licei nella città di Torino;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per la Pubblica Istruzione,

Abbiamo decretato e decretiamo :

È istituito in Torino un terzo Liceo nella forma prescritta dagli articoli 199, 200 e 201 dell'anzidetta legge del 13 novembre 1859; ed avrà la denominazione di Liceo Massimo d'Azeglio.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 29 giugno 1882.

U M B E R T O.

BACCELLI.

Visto, *il Guardasigilli*: G. ZANABELLI.

Figura 2.10: Istituzione del terzo Regio Liceo di Torino, il d'Azeglio (R.D n. 1022 del 29 giugno 1882)

Nel 1960 si rende necessario l'ampliamento della sede con una nuova ala verso via Melchiorre Gioia. Tra gli studenti che negli anni lo hanno frequentato, il "D'Azeglio" ricorda Primo Levi, Giulio Einaudi, Vittorio Foa e suo fratello Beppe, Leo Pestelli, Massimo Mila, Giancarlo Pajetta (espulso per essere un antifascista), Tullio Pinelli, Norberto Bobbio, Cesare Pavese e Fernanda Pivano, Luigi Firpo, Gianni e Umberto Agnelli, Vittorio Messori, Piero Angela, Augusto Del Noce, Rocco Buttiglione, Vittorio Bersezio (autore della commedia *Le miserie 'd Monsù Travet*), gli economisti Mario ed Enrico Deaglio, i giuristi Gian Savino Pene Vidari e Giovanni Paolo Voena, il premio Nobel per la medicina Salvador Luria e il beato Piergiorgio Frassati. È importante ricordare, poi, che la Casa Editrice Einaudi è stata fondata nel 1933 proprio da un gruppo di amici (Leone Ginzburg, Massimo Mila, Norberto Bobbio, Cesare Pavese), allievi dell'istituto. Gli strumenti di fisica sono conservati presso il laboratorio in armadi metallici e suddivisi per argomenti. Non è presente un elenco ma il liceo ha un archivio in cui sono conservati tutti i documenti ed è possibile avviare un lavoro di datazione. In particolare, presso l'Archivio della scuola, è presente l'inventario del 1883 (figura 2.11) dove compaiono una macchina di Atwood e una macchina

pneumatica. Sono inoltre presenti strumenti di elettrostatica, per lo studio del vuoto, fluidi e ottica (figura 2.12).

Mastro per

CONTO PRINCIPALE

ENTRATA

DATA DELLA ENTRATA	DESCRIZIONE	INSCRIZIONE	LOCALE	QUANTITÀ	PREZZI	IMPORTI	DATA
			manca sempre			8,50	
			manca (decalcato)	3	5,50	16,50	
			III, sulla bustina di appalto	1		2,25	
			in questo stato (ingred)	20	12	240	
			separata 49 (fiori vici)	1		5	
			IV, t	1		4,50	
			II, t	1		4,50	
			separata 49 (fiori vici)	1		3	
			separata 49	1		18	
			Ingredito	2	6	12	
			Sole apparsi; fiori vici	1		550	
			III, a	1		350	
			IV, a	1		200	
			VII, e	1		100	
			VI, c	1		140	
			IV, t fiori vici da molto tempo	1		200	
			II, t	1		750	
			III, a	1		100	

Figura 2.11: Inventario del 1883 riferito al sottoconto Fisica, segnatura GLMDA 27



Figura 2.12: A sinistra, campana per macchina da vuoto. A destra, modello di planetario

2.1.4 Liceo Alfieri

L'attuale liceo Alfieri nasce nel 1901 come sezione del Liceo D'Azeglio con sede presso la scuola elementare "Rayneri" dell'odierno corso Marconi [76].

Con Regio Decreto del 18 settembre 1905, *le classi parallele aggiunte al R. liceo "Massimo D'Azeglio" di Torino, formanti un corso liceale completo, sono erette in istituto autonomo, a cui è aggregato il R. ginnasio annesso al R. istituto internazionale* (Art. 1). Il liceo-ginnasio così formato prese il nome di Regio Liceo ginnasio "Vittorio Alfieri" (figura 2.13).

La sede attuale del Liceo è in corso Dante 80. Il liceo ospita laboratori scientifici, tra cui il laboratorio di Fisica dove oggi sono conservati strumenti antichi e di pregio.

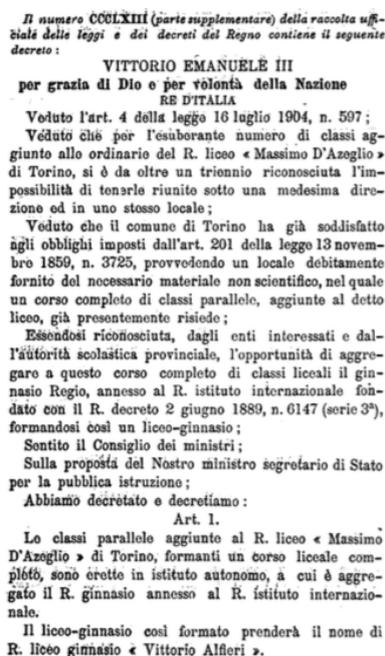


Figura 2.13: Istituzione del Regio liceo-ginnasio "Vittorio Alfieri" (R.D. del 18 settembre 1905, N. CCCLXIII)

2.1.4.1 La collezione

Nel 2012 la collezione di strumenti scientifici del liceo è stata riordinata e messa parzialmente a disposizione tramite un museo scolastico virtuale, nella rete museiscuol@ della Città di Torino, una rete avente come obiettivo principale la valorizzazione del patrimonio delle scuole. Il liceo Alfieri ha iniziato questo percorso coinvolgendo anche gli studenti nel processo di riorganizzazione e

sistemazione e iniziando a preparare delle schede ed altri materiali su alcuni strumenti antichi, come gli *emisferi di Magdeburgo* e la *bilancia idrostatica*. Attualmente il liceo non dispone ancora di un vero e proprio catalogo, ma solamente di un elenco di strumenti in possesso della scuola.

Il laboratorio di Fisica ospita circa 400 strumenti principalmente di elettrostatica, di ottica e di acustica, oltre alle cassette Paravia per le esperienze di meccanica. In particolare, ci sono 42 strumenti di elettrostatica ed elettricità (tra cui elettroscopi a foglia d'oro e bottiglie di Leida), 95 di ottica, 7 legati al magnetismo, 20 per lo studio della meccanica, 24 per l'acustica e il suono, 17 nell'ambito dei fluidi. Esistono anche alcuni strumenti di fisica moderna, quali una camera a nebbia e un oscillografo a raggi catodici.

Vi sono inoltre strumenti per lo studio del vuoto, in particolare una pompa da vuoto con campana, che viene utilizzata ancora oggi per mostrare esperienze all'interno della campana e ragionare sugli effetti del vuoto durante le lezioni in laboratorio. Degna di nota è la presenza nella collezione di una macchina elettrostatica di Ramsden (figura 2.72).

Lo stato attuale della collezione si configura nel caso di collezione riordinata presso il laboratorio, con un elenco ma senza una datazione o ricerca storica a riguardo. Si era infatti iniziato un lavoro di schedatura, precedente al presente lavoro, che al momento è ancora parziale e incompleta. Gli strumenti vengono talvolta mostrati a scopo dimostrativo durante le attività di laboratorio e proponendo dei cenni storici in merito.

Nelle immagini seguenti vi sono alcuni degli strumenti relativi all'elettrostatica conservati nel laboratorio (figure 2.14, 2.15).

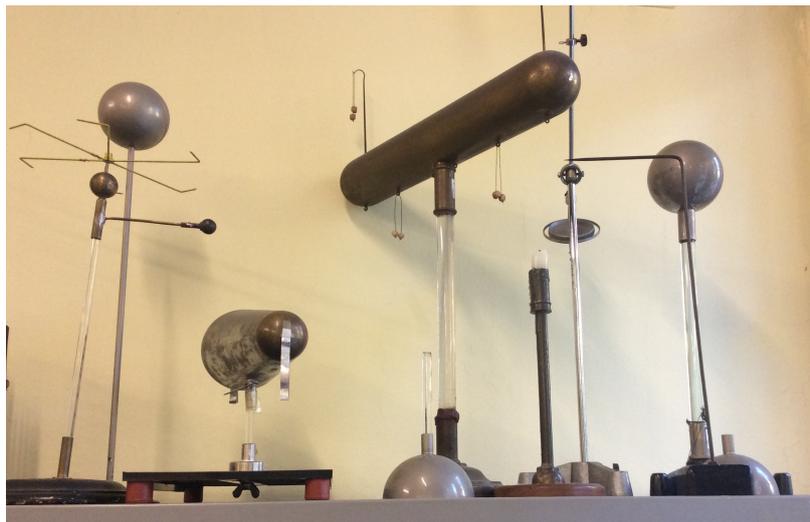


Figura 2.14: Strumenti per lo studio dell'elettrostatica (laboratorio di fisica del liceo Alfieri)



Figura 2.15: Elettroscopi e bottiglie di Leida (laboratorio di fisica del liceo Alfieri)

2.1.5 II.SS. Baldessano Roccati (Carmagnola)

L'istituzione del Regio Liceo-ginnasio a Carmagnola risale al 1888, con riferimento al Regio Decreto n. 5547 del 13 maggio 1888 (figura 2.16).

Nel decreto, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del Regno il 30 luglio dello stesso anno, si parla della convenzione tra il ministero della pubblica istruzione e il municipio di Carmagnola in cui si stabilisce che lo stesso comune debba provvedere il liceo del materiale scientifico necessario e corrispondere all'erario dello Stato una somma annua di L.15.000. Pertanto il decreto stabilisce che, a partire dal 1° ottobre 1888, nella città di Carmagnola è istituito il Regio Liceo-Ginnasio.

Il Numero 5547 (Serie 3^a) della Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno contiene il seguente decreto:

UMBERTO I

per grazia di Dio e per volontà della Nazione

RE D'ITALIA

Vedute le leggi sulla Pubblica Istruzione;

Veduto che per la convenzione passata tra il Ministero della Pubblica Istruzione e il Municipio di Carmagnola, in data 14 luglio 1887, è stabilito che lo stesso comune, a fin di ottenere che sia dichiarato governativo il suo Liceo Ginnasio, si obbliga, fra le altre condizioni, non solo di provvedere il locale e tutto il materiale non scientifico ne-

cessario, ma di corrispondere altresì all'Erario dello Stato la somma annua di lire quindicimila (lire 15,000);

Veduto il bilancio di accertamento della Pubblica Istruzione per l'esercizio 1887-88 e quello di previsione per l'esercizio 1888-89;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per la Pubblica Istruzione;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Nella città di Carmagnola, a cominciare dal 1° ottobre 1888 e colle condizioni sovraccennate, è istituito un R. Liceo Ginnasio da mantenersi nella forma prescritta dalla legge 10 novembre 1859, N. 3725 e dalle leggi 30 giugno 1872, N. 193 (Serie 2^a) e 23 giugno 1877, N. 3918, (Serie 2^a).

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 13 maggio 1888.

UMBERTO.

Figura 2.16: Istituzione del Regio Liceo-ginnasio a Carmagnola (R.D. 5547 del 13 maggio 1888)

La sede storica del liceo classico, rimasta inutilizzata per alcuni anni, è in corso di ristrutturazione e riadattamento al fine di poter accogliere nuove classi. Nella fase di ristrutturazione si è deciso di mantenere le porte originali (figura 2.17) e alcune targhe che documentano la storia della scuola.

2.1.5.1 La collezione

Nella sede storica sono conservati, e in parte accatastati, buona parte degli strumenti più antichi della collezione scolastica. Sugli strumenti ivi presenti era stato fatto un primo lavoro di schedatura, probabilmente per un'esposizione realizzata anni prima. Nella stanza in cui erano conservati i documenti della scuola si è trovato un elenco di tutti i materiali di carattere scientifico, datato 1980, in cui sono riportati i nomi degli strumenti e il loro valore senza alcun riferimento alla data di carico, e probabilmente stilato in riferimento al materiale esistente a quella data. Non è stato possibile fare un confronto con ciò che rimane per valutare la consistenza esatta della collezione. Questa operazione è risultata complicata anche dal fatto che vi sono altre due sedi in cui sono stati portati parte dei materiali. La collezione conta circa un centinaio di strumenti, tra cui una macchina elettrica di Ramsden (figura 2.74) e una macchina di Wimshurt.



Figura 2.17: Porta del laboratorio di fisica della sede storica del liceo Baldessano Roccati



Figura 2.18: Strumenti per lo studio dell'elettrostatica (liceo Baldessano Roccati)

2.1.6 Liceo Monti (Chieri)

Il liceo "Augusto Monti" di Chieri, nacque nel 1974 come sezione staccata del Liceo Scientifico "Alessandro Volta" di Torino, diventando autonomo nel 1978. Nel 1994 all'Istituto venne accorpato, come sezione staccata, il Liceo Classico "Cesare Balbo", liceo che ospitava una ricca collezione di strumenti e di fondazione antecedente, la cui storia era molto più antica.

Il comune di Chieri, ospitava dal Settecento, quale istituto scolastico, un Collegio, suddiviso in Collegio Inferiore, che comprende tre classi, VII, VI e V, in cui si impara a leggere e a scrivere in italiano e si pongono le basi per lo studio del latino e della retorica, e un Collegio Superiore comprendente quattro classi (IV, III, II e I) e un biennio conclusivo.

Un Regio Decreto del 1856 univa il Collegio alle "scuole di latinità", istituzioni esistenti a Chieri almeno dal 1706, come attestano i registri dei conti esattoriali risalenti a quell'anno e conservati nell'archivio comunale, dai quali risulta che erano mantenute dal Comune. Così potenziato, il Collegio veniva assimilato ai Collegi Reali dei capoluoghi di provincia. La situazione rimase invariata fino al 13 novembre 1859, quando fu promulgata la legge Casati.

Per interessamento del Comune, il ginnasio, nel 1860, venne dichiarato dal Ministero di seconda classe e assimilato ai ginnasi governativi con un accordo finanziario in base al quale gli insegnanti erano nominati dal Governo, mentre gli stipendi erano pagati dal Comune, che riscuoteva in cambio le tasse scolastiche. Questo portò alla "regificazione" del ginnasio nel 1863. Si può quindi assumere questa data, due anni dopo l'unità, come nascita del primo nucleo di scuola

statale superiore nella cittadina di Chieri. Nella seduta del consiglio comunale del 23 luglio 1874 il Ginnasio fu soppresso per mancanza di alunni ed insegnanti [78].

Tuttavia, il consiglio con una delibera del 23 luglio 1876 lo ricreò, ottenendo il pareggiamento ai regi licei (cioè riconosciuto dallo Stato, pur continuando ad essere gestito dall'amministrazione comunale) il 7 giugno 1878. E' da questo momento che si ha notizia anche della denominazione: Liceo Pareggiato Cesare Balbo. Da quel momento Ginnasio e Liceo Pareggiati funzionarono di fatto come se fossero regi, fino al Regio Decreto del 21 ottobre 1909, che in riferimento al liceo Balbo, decretava che *il Liceo comunale pareggiato di Chieri è dal 1° ottobre convertito in governativo [...] ed è annesso al preesistente R.ginnasio, formando con esso unico Istituto sotto unica direzione* (figura 2.19).

Il numero DXXXIX (parte supplementare) della raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno contiene il seguente decreto:

VITTORIO EMANUELE III
per grazia di Dio e per volontà della Nazione
RE D'ITALIA

Veduta la legge 8 aprile 1906, n. 142;

Veduto il testo unico delle leggi sulle conversioni in governative di scuole medie pareggiate, approvato con Nostro decreto 25 luglio 1907, n. 645;

Veduto il Nostro decreto 23 settembre 1909, col quale il liceo comunale pareggiato di Chieri è dal 1° ottobre 1909 convertito in governativo;

Sulla proposta del Nostro ministro, segretario di Stato per la pubblica istruzione;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Dal 1° ottobre 1909 il R. liceo di Chieri è annesso al preesistente R. ginnasio, formando con esso unico Istituto sotto unica direzione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Racconigi, addì 21 ottobre 1909.

VITTORIO EMANUELE.

RAVA.

Visto, Il guardasigilli: SCIALOJA.

Figura 2.19: Istituzione del Regio liceo-ginnasio di Chieri (R.D. 21 ottobre 1909, DXXXIX)

2.1.6.1 La collezione

Il liceo Monti di Chieri ospita attualmente un vero e proprio museo, denominato “Il laboratorio storico” che conta più di 700 strumenti di fisica collocati in vetrinette di legno in una stanza adibita a tale scopo, che in origine rappresentava la collezione del Regio Liceo (figura 2.20).

Gli strumenti coprono le diverse tematiche della fisica: 88 strumenti di meccanica, 42 di meccanica dei fluidi, 93 strumenti di termologia, 36 per lo studio delle onde e di acustica, 177 di elettricità e magnetismo, 63 di elettronica, 107 di ottica e 10 di fisica moderna (tra cui una camera a nebbia). Tra i più significativi vi sono strumenti di fabbricazione Jest (macchina pneumatica, elettrometro a pendolino), una macchina elettrica di Ramsden (figura 2.73) e una macchina di Atwood risalente agli anni '60 dell'Ottocento.

La sezione di Fisica del laboratorio storico raccoglie gli strumenti del Regio Liceo di Chieri, a partire da una data imprecisata, comunque anteriore al 1876 (data dell'inventario più antico disponibile), fino all'assorbimento da parte del Liceo “Augusto Monti” di Chieri, e trasferimento nella nuova sede di Via Montessori, avvenuto nel 2007.

Gli strumenti sono stati nel corso degli anni catalogati, datati e schedati permettendoci di avere la consistenza per ogni categoria e di ammirare l'esposizione organizzata secondo le tematiche affrontate.

La scuola ha inoltre realizzato un sito organizzato secondo le categorie indicate e dove vi è l'elenco degli strumenti con le relative schede descrittive.

L'inventario più antico, risalente al 1876, tuttavia non riporta le date d'acquisto degli strumenti elencati. In questo elenco sono stati trovati 36 strumenti ancora conservati nella collezione del laboratorio storico, tra cui la macchina pneumatica e un elettrometro di fabbricazione Jest, una macchina elettrica Ramsden, bottiglie di Leida e strumenti di ottica (specchi, lenti, prismi).

Gli altri inventari a cui è stato fatto riferimento per la datazione degli strumenti, risalgono al 1961, al 1970 e al 2000. L'inventario del 1961 riporta l'intero materiale allora in dotazione al Liceo Balbo, e quello del 1970 è, di fatto, una copia di quello precedente con integrazioni successive. Sul piano cronologico possiamo distinguere quattro epoche: quella “antica”, anteriore al 1876, quella meno antica, ma con ragione ancora definibile come “storica” fino alla seconda guerra mondiale, quella intermedia fino al 1970, e infine quella più recente, che si prolunga fino agli ultimi anni del XX secolo. La suddivisione cronologica si rispecchia in una significativa evoluzione dell'estetica dello strumento: fino ai primi decenni del XX secolo, gli strumenti si presentavano con le parti metalliche in ottone, i sostegni in legno dal profilo sagomato, le parti in legno ben verniciate, mentre a partire dagli anni '50 dello scorso secolo compaiono strumenti in metallo, grigi e pesanti, dall'aspetto massiccio, forme squadrate, nessuna concessione all'estetica, con parti in plastica, che decisamente “sfigurano” rispetto ai precedenti.

Il prezioso lavoro di datazione e catalogazione fu condotto a suo tempo dai professori del liceo Liliana Ferrero e Ezio Fornero, responsabili del progetto “Labora-

torio Storico” del Liceo Monti di Chieri, con la collaborazione della professoressa Angiola Cocco e dei tecnici della scuola. Anche il liceo Monti fu oggetto di studio, in riferimento agli strumenti Jest, da parte di Michele Ceriana Meyneri, il quale identificò la citata macchina pneumatica a mano con campana di vetro, costruita e firmata da Charles Jest [19]. L'elettrometro a pendolino elettrostatico Jest (figura 2.21) è stato invece localizzato nell'ambito dell'attività di dottorato.



Figura 2.20: Parte della sala espositiva del “laboratorio storico” del liceo Monti di Chieri



Figura 2.21: Pendolino elettrostatico firmato *Jest a Turin*, fissato alla batteria di bottiglie di Leida (Liceo Monti di Chieri)



Figura 2.22: Vetrinetta del “laboratorio storico” contenente strumenti di ottica (Liceo Monti)

2.1.7 Liceo Porporato (Pinerolo)

Le origini del liceo Porporato risalgono al 1846, quando fu creata una delle prime Scuole provinciali di metodo e, successivamente (con la legge del ministro Lanza del 20 giugno 1858) furono istituite le "Scuole normali", per la formazione degli insegnanti tra cui una a Pinerolo. La scuola normale di Pinerolo ha il vanto di essere stata la prima scuola normale maschile di fondazione regia in Italia e fu inaugurata ufficialmente il 3 gennaio 1859 dal professor Giovanni Battista Meliga, che ne fu il primo direttore. La tradizione che essa rappresenta è stata consacrata in letteratura dal romanzo *Cuore* di Edmondo De Amicis, il cui protagonista è proprio un diplomato della Scuola normale di Pinerolo. La scuola normale fu intitolata nel 1891 al pedagogo Giovanni Antonio Raineri, diventando successivamente il Regio Istituto magistrale Raineri. Nel 1860 venne istituito anche il Regio Ginnasio, i cui professori erano in maggioranza sacerdoti, e due anni più tardi si affiancò il Liceo triennale pareggiato. Nel 1867 l'insieme delle due scuole fu designato come "Liceo Porporato", in onore dell'illustre concittadino Giovanni Francesco Porporato. Nel 1914 le due scuole si fusero in un unico istituto, con la denominazione di "Regio Liceo-Ginnasio" (figura 2.23).

N. 1518

Regio Decreto 27 settembre 1914, col quale, sulla proposta dei ministri dell'istruzione pubblica e del tesoro, viene convertito in governativo il liceo di Pinerolo.

Figura 2.23: Istituzione del Regio Liceo di Pinerolo (R.D. 27 settembre 1914, N. 1518)

Il funzionamento del nuovo Liceo governativo ebbe inizio quando l'Europa era coinvolta nella Grande Guerra, in cui persero la vita 32 alunni dell'Istituto: in loro memoria nel 1921 fu fondata una cassa scolastica a nome di Giovanni Battista Pollet, primo maestro italiano caduto al fronte. Nell'ottobre 1963 sorse il Liceo Scientifico con la sola prima classe, che solo nel 1972 ebbe autonomia amministrativa e si trasferì nella sede di via dei Rochis.

Il "Liceo Porporato" di oggi è il risultato della fusione dell'Istituto Magistrale Rayneri all'interno del Liceo Porporato avvenuta nel 1994 [79].

2.1.7.1 La collezione

La collezione di fisica del liceo Porporato è una collezione completa con pezzi molto particolari e preziosi e conta 385 strumenti dei diversi ambiti della fisica. Si contano 180 strumenti di elettricità e magnetismo, 52 di meccanica, 24 di termologia, 19 di meccanica dei fluidi, 42 di ottica, 39 per lo studio di onde e acustica, 3 di fisica moderna e 8 di ambito astronomico (globo terrestre, sfera armillare, mappamondo) (figura 2.24). La collezione si trova collocata nel laboratorio e lungo i corridoi della scuola in vetrinette di legno ben organizzate.

Pezzi di pregio sono certamente la macchina pneumatica di Babinet firmata “H. Frederic Jest a Turin” e riportante la data 1836 (figura 2.25) e la macchina elettrica Ramsden (figura 2.75-2.76), sempre Jest, del 1840, perfettamente conservate.

Oltre all’elenco redatto a suo tempo dai docenti che hanno riorganizzato la collezione e raggruppato gli strumenti in base alla suddivisione per armadi, sono presenti degli inventari più antichi su cui può essere avviato un lavoro di datazione. Inoltre fu realizzato un cd con la collaborazione degli studenti e intitolato “Strumenti scientifici dell’Ottocento nella didattica contemporanea delle scienze”. In questo cd sono contenute le schede degli strumenti, mappe concettuali, brevi richiami storici e video che descrivono il funzionamento degli stessi.



Figura 2.24: Mappamondo e sfera armillare (liceo Porporato di Pinerolo)



Figura 2.25: Macchina pneumatica Babinet, firmata H. Frederic Jest a Turin, 1836 (Liceo Porporato di Pinerolo)

2.1.8 Liceo Valsalice

L'edificio dell'Istituto Salesiano Valsalice venne costruito dai Fratelli delle Scuole Cristiane tra il 1857 ed il 1861. Nel 1863 i Fratelli aprirono il Convitto di Val Salici, come villeggiatura del loro "Collegio dei nobili". La gestione passò in seguito ad una Società di Preti Torinesi, e, poi dal 1872, a don Bosco, dietro forte pressione dell'allora Arcivescovo Mons. Lorenzo Gastaldi. Infine, nel 1879, la struttura fu acquistata da don Bosco malgrado le resistenze da parte di alcuni componenti dell'Ordine.

Lo stesso don Bosco aprì in quell'anno un museo di Storia Naturale e, in seguito a nuove acquisizioni e alla spedizione in Sudamerica, svoltasi tra il 1909 e il 1911, di don Antonio Tonelli (insegnante di scienze che lasciò un certo numero di esemplari dell'erbario e una ricchissima raccolta micologica), fu riallestito il museo naturalistico e allestito un museo etnografico.

Nel 1887 don Bosco destinò il Collegio a studentato filosofico per i suoi chierici col nome di "Seminario delle Missioni Estere", dal quale ebbe origine la facoltà di filosofia della Pontificia università salesiana.

La struttura venne successivamente ingrandita con la sopraelevazione d'un terzo piano, con la costruzione della chiesa (1898-1901), del palazzo ovest (1930-31) e la sua sopraelevazione nel 1956. Nel 1957 furono riallestiti i laboratori e il museo e il nuovo allestimento fu inaugurato il 5 gennaio 1969.

Il Liceo Classico "pareggiato" è sorto nel 1905 grazie a don Cerruti, mentre negli anni '50 l'istituto ha ottenuto il riconoscimento legale per il Liceo Scientifico.

Al Valsalice insegnarono personaggi di rilievo, tra cui Andrea Beltrami, Augusto Czartoryski, Vincenzo Cimatti, Paolo Barale, Enrico Pederzani, mentre tra gli studenti si possono annoverare personaggi noti quali Gesualdo Nosengo, Tarcisio Bertone, Giacomo Maffei, Renato Scalandri, Giancarlo Caselli, Guido Davico Bonino, Giorgio Tosatti, Rinaldo Bertolino, Giuseppe Riconda, Marco Travaglio, don Piero Ottaviano [80].

2.1.8.1 La collezione

La collezione del liceo Valsalice è un vero e proprio museo, visitabile in occasioni concordate anche dal pubblico e dalle famiglie degli studenti.

Le vetrinette si trovano ai lati del corridoio centrale (figura 2.26) e sono raggruppate in base alla tematica: la collezione è completa e copre tutti gli argomenti fondamentali della fisica, risultando confrontabile con la collezione del museo di Fisica dell'Università come quantità e varietà. Parte della collezione è collocata nei due laboratori con arredi ancora d'epoca e splendidi locali in cui svolgere lezioni e attività sperimentali (figura 2.27).



Figura 2.26: Vetrinetta collocata nel corridoio contenente strumenti di acustica (liceo Valsalice)



Figura 2.27: Una sala del laboratorio di fisica del liceo Valsalice che ospita parte della collezione

Non è presente un catalogo, o anche solo un elenco che ci permetta di quantificare con maggiore precisione la consistenza della collezione e la datazione degli strumenti. Inoltre, non è stato ancora localizzato un inventario o documentazione archivistica, quali buoni di carico, che consentano di collocare temporalmente gli strumenti.

A questo si aggiunge il fatto che parte della collezione proviene da donazioni fatte alla scuola di difficile documentazione.

A partire dallo stato attuale della (splendida) collezione, è partita una viva collaborazione significativa con il professore di fisica, Francesco Garino, sia dal punto di vista della riorganizzazione e catalogazione della collezione, sia da punto di vista didattico al fine di valorizzare il ricco patrimonio della scuola.

Con un gruppo di studenti interessati al progetto di valorizzazione degli strumenti di interesse storico-scientifico è stato avviato un corso di formazione presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino volto a comprendere come agire nel momento in cui si abbia uno strumento da riparare oppure da schedare.

Dal punto di vista didattico si è avviata una sperimentazione che ha coinvolto due classi quarte sul tema dell'elettrostatica: una classe ha affrontato tale tema mediante l'utilizzo dell'approccio storico (classe sperimentale) mentre l'altra con la didattica tradizionale (classe di controllo), al fine di poter effettuare un confronto tra i risultati e valutare l'efficacia di tale metodologia didattica. I risultati di questa sperimentazione didattica sono presentati nel dettaglio nel capitolo 3.

2.1.9 Liceo Sociale

L'Istituto Sociale è una scuola di Torino diretta dai Padri Gesuiti e si configura come istituto comprensivo con una scuola dell'infanzia, una scuola primaria, una scuola secondaria di primo grado e tre indirizzi di liceo: il liceo classico internazionale, lo scientifico e il liceo scientifico sportivo. Le sue origini risalgono al 1881, quando i Gesuiti aprirono i primi collegi a Torino. La prima sede si trovava nel centro storico di Torino, poi per alcuni anni fu ubicata nella villa "La Tesoriera" e, dal 1975, si trova nell'attuale sede di corso Siracusa 10 [43].

2.1.9.1 La collezione

La scuola ospita una ricca collezione di animali tassidermizzati, un fondo di geomineralogia costituita in buona parte da modelli in gesso, modelli didattici di funghi, tavole didattiche anatomiche e un fondo di strumenti di fisica comprendente strumenti quali emisferi di Magdeburgo, un disco di Newton, tubi a scarica, un reostato e un diapason.

Dopo aver partecipato agli incontri di formazione docenti, organizzati presso il Museo di Fisica dell'Università, la professoressa Caterina Cigna ha avviato un'attività pomeridiana per la catalogazione degli strumenti e il riallestimento delle vetrine presenti nel laboratorio. Nella risistemazione degli strumenti si è trovato un tubo di Mariotte, firmato Jest e risalente al 1859 (figura 2.28), per lo studio della legge di Boyle. Gli strumenti di fisica presenti sono circa un centinaio. È stato trovato un elenco scritto mano dove si trovano 18 strumenti di ottica, 38 di elettricità e magnetismo (tra cui un elettroscopio a foglie d'oro e una bottiglia di Leida) e 29 di meccanica. Questo elenco risulta però incompleto in quanto mancano gli strumenti di fisica moderna, quali tubi a scarica.



Figura 2.28: Tubo di Mariotte, firmato “Jest a Turin 1859” (Istituto Sociale)

2.1.10 Liceo San Giuseppe

Il Collegio San Giuseppe nato nel 1875 come scuola elementare, Ginnasio e Istituto tecnico, e che dal 1923 ebbe anche un Liceo Classico e un Liceo Scientifico, è un’istituzione gestita dai Fratelli delle Scuole Cristiane (una congregazione religiosa, fondata nel 1679 da Giovanni Battista del La Salle, dedicata all’istruzione e all’educazione cristiana della gioventù).

Già prima dell’inaugurazione del Collegio, i Fratelli arrivarono a Torino nel 1829, partecipando da protagonisti al Risorgimento italiano, provvedendo ad esempio a diffondere il Sistema metrico decimale in tutto il Regno di Sardegna dal 1845 al 1850. Godettero dell’amicizia dei Faletti di Barolo e di Silvio Pellico e la loro popolarità sarà tale che il numero di studenti, in costante crescita, li costringerà a vendere i loro vecchi istituti per trasferirsi dal 1875 in una sede più ampia, quella attuale tra via S. Francesco da Paola, via Accademia Albertina, via Andrea Doria e via dei Mille.

Nel corso del tempo l’Istituto diventa una scuola all’avanguardia in tutta Torino e nel 1907 è una delle prime a dotarsi di un “impianto per il cinematografo” per gli studenti.

Dal 1915 al 1918, il Collegio fu sede dell'Ufficio Notizie di Guerra cittadino, che raccoglieva notizie su caduti, dispersi, prigionieri e profughi.

Negli anni della seconda guerra mondiale, nella quale il Collegio subì i bombardamenti aerei della RAF, che procurarono gravi lesioni al tetto e alla facciata, e ospitò nei suoi locali la Commissione Italiana di Armistizio con la Francia. Al termine del conflitto la scuola tornò pienamente operativa e si ampliarono i locali per far fronte all'aumento di studenti. Ai due "storici" corsi liceali presenti già da tempo, si affiancò nel 1995 un Liceo Europeo.

Il Collegio San Giuseppe di Torino ospita un museo di Scienze Naturali che conserva la prestigiosa Collezione Franchetti di Colibrì, una tra le più grandi al mondo, una sezione entomologica, una mineralogica-paleontologica, una zoologica, una malacologica e una ricca collezione di strumenti di fisica [81].

Presso la scuola si trova inoltre il Museo di pesi e misure del vecchio Piemonte, dove sono esposte le diverse unità di misura che storicamente si sono utilizzate. Nella stanza che ospita la collezione si trova un manifesto intitolato "Gran quadro murale sinottico dimostrativo dei pesi e delle misure del sistema metrico decimale" (figura 2.29).



Figura 2.29: Gran quadro murale sinottico dimostrativo dei pesi e delle misure del sistema metrico decimale (Liceo San Giuseppe)

2.1.10.1 La collezione

La collezione di strumenti legati alla fisica è collocata solo in parte nel laboratorio, dove vengono svolte le attività sperimentali con le classi, mentre la restante strumentazione è conservata in armadi in due stanze attigue ma non frequentate da studenti e docenti. Gli strumenti sono collocati in vetrinette e ciascuno di es-

si ha una targhetta con il nome dello strumento, come si può vedere nelle figure 2.30-2.31. Non è stato trovato un inventario, o un catalogo o un elenco del materiale, ma si può ritenere che, data la tipologia della scuola, parte della collezione provenga da donazioni. Si trovano strumenti dei diversi ambiti della fisica, tra cui strumenti per lo studio della fotografia (camere oscure e stereoscopi).



Figura 2.30: Strumenti per la fotografia (Liceo san Giuseppe)



Figura 2.31: Antichi galvanometri (liceo san Giuseppe)

2.1.11 Liceo Valdese (Torre Pellice)

Il liceo Valdese è un istituto paritario che ha origine nel Collegio Valdese di Torre Pellice, fondato nel 1831 per rispondere ad una precisa esigenza della popolazione valdese: far studiare i propri figli non ammessi agli altri istituti per discriminazione religiosa. L'istituto fu così realizzato grazie all'interessamento del canonico anglicano W. S. Gilly che lo denominò Holy Trinity College, che tradotto in francese divenne Le Collège e infine divenne semplicemente il Collegio. Finalizzato dapprima alla formazione dei pastori evangelici, il Collegio ampliò il suo ambito con la creazione di una sezione pedagogica e l'organizzazione di attività varie in cui furono impegnati i suoi professori: la Biblioteca, i giornali locali, la libreria, la Società di Studi Valdesi e le attività culturali nei Comuni. Nel 1898 diventò Liceo Classico Pareggiato, con gli stessi diritti e doveri di una scuola di Stato. Attualmente è gestito da un Comitato, nominato dalla Tavola Valdese, al quale si affianca un Comitato Scientifico Didattico. Torre Pellice è sede di numerose istituzioni che testimoniano la storia valdese, con esse il Collegio ha legami di collaborazione culturale e didattica: il Centro Culturale, che comprende un Museo Storico e Etnografico; l'Archivio storico; la Biblioteca, nella quale, oltre a numerosi e pregiati volumi (circa 70.000), è conservata la "Bibbia di Olivetano" (che, pubblicata in francese nel 1535, costituisce un documento fondamentale della prima teologia protestante francofona) [82].

2.1.11.1 La collezione

La collezione di strumenti del liceo Valdese si trova raccolta negli armadi del laboratorio ed elencata in un documento redatto recentemente e basato sulla strumentazione esistente.

L'elenco si presenta in più pagine ed è suddiviso in sezioni in base alla tematica a cui fanno riferimento gli strumenti: in particolare, vi sono 46 strumenti di elettricità e magnetismo, 6 di acustica, 26 di meccanica, 30 di ottica, 24 di termologia e 13 di meccanica dei fluidi. E' presente un banco di Melloni completo (in figura 2.32) e una set per esperimenti da vuoto (pompa pneumatica, campana, emisferi di Magdeburgo e baroscopio), e un planetario didattico (simile a quello trovato al liceo D'Azeglio) (figura 2.33).



Figura 2.32: Termomoltiplicatore di Melloni, noto anche come “banco di Melloni” (Liceo Valdese di Torre Pellice)



Figura 2.33: Modello didattico di planetario (Liceo Valdese di Torre Pellice)

2.1.12 Altre collezioni significative

In provincia di Torino, oltre ai licei classici statali e confessionali sopra discussi, esistono altre scuole che ospitano significative collezioni storico-scientifiche ma che, tuttavia, per varie ragioni, non sono state considerate nella nostra ricerca. Tra queste è doveroso citare il Real Collegio Carlo Alberto di Moncalieri che, pur possedendo un'ingente collezione di strumenti di fisica, non è più, da alcuni anni, un'istituzione scolastica attiva.

Un'altra collezione significativa è quella dell'istituto tecnico Avogadro di Torino, che, proprio in quanto istituto tecnico, non è stato considerato tra le scuole oggetto del presente progetto. L'interesse della sua collezione di strumenti di fisica suggerisce, tuttavia, di farne almeno un breve cenno.

2.1.12.1 Il Real Collegio Carlo Alberto (Moncalieri)

Il Real Collegio Carlo Alberto fu fondato nel 1838 per volere del sovrano Carlo Alberto, a cui fu dedicato. Il Collegio retto dai Padri Barnabiti fu un polo d'attrazione per oltre un secolo, facendo di Moncalieri la sede dei giovani appartenenti alla nobiltà e all'alta borghesia italiana e di alcune note famiglie straniere. Il real Collegio, oltre che essere sede dell'Osservatorio meteorologico di Moncalieri diretto, tra gli altri, dal padre barnabita Francesco Denza, era anche sede di un liceo classico (e solo negli anni '70 del Novecento di un liceo scientifico). Il liceo classico ospitava tra le altre un'aula di fisica in cui venivano anche condotte le attività sperimentali (figura 2.34).



Figura 2.34: Cartolina d'epoca raffigurante l'aula di fisica del Real Collegio Carlo Alberto

Il Collegio oggi non è più sede scolastica ma, oltre a conservare la biblioteca storica “Francesco Denza”, ospita una significativa e ricca collezione che conta circa 350 strumenti di fisica, anche se nell’inventario originale erano ben di più. Gli strumenti sono esposti in vetrinette di legno e hanno i cartellini, inoltre sono suddivisi in base alla loro tipologia: ottica, acustica, astronomia, meccanica, termologia, elettricità statica e dinamica, fluidodinamica, sismologia, magnetismo, meteorologia, telegrafia, telefonia, topografia, matematica, cosmologia. Sappiamo con certezza che parte degli oggetti, che erano parte della collezione, non sono più esistenti, come si può vedere in una foto d’epoca (figura 2.35) dove si vede una macchina elettrostatica di Ramsden e una pompa pneumatica. Nella collezione si trova anche un bellissimo esemplare di macchina di Atwood (figura 2.36), costruita da Jest, e per certi versi simile all’esemplare conservato presso il Museo di Fisica dell’Università di Torino (figura 1.37). Attualmente sono organizzate, in giorni fissati, visite alla collezione del Real Collegio.

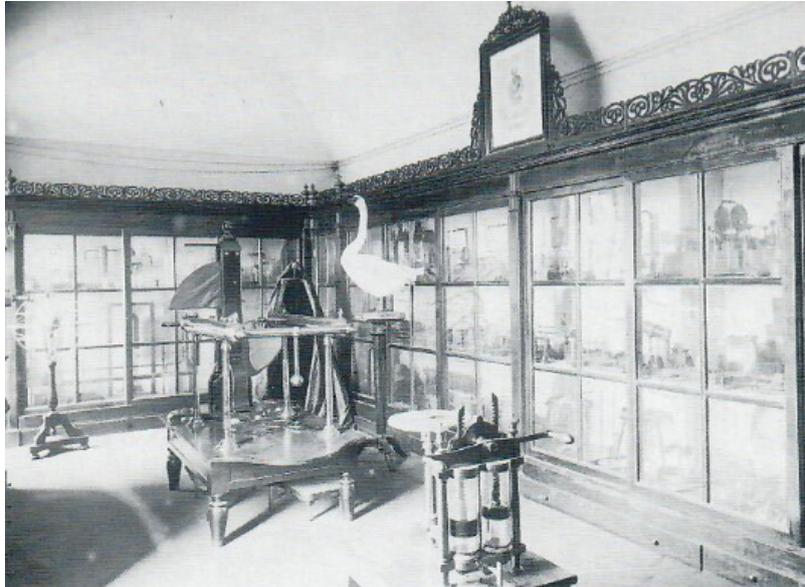


Figura 2.35: Foto d’epoca del Real Collegio in cui si vede una macchina di Ramsden, non più presente



Figura 2.36: Macchina di Atwood, di fabbricazione Jest, al Real Collegio Carlo Alberto

2.1.12.2 Istituto tecnico industriale statale Avogadro

L'Istituto Tecnico Industriale "Amedeo Avogadro" fu fondato nel 1805 quando il Municipio torinese creò una scuola serale di disegno per artisti ed industriali; vi si insegnava la geometria, l'architettura, l'ornato e la figura umana. Nel 1878 grazie ad un lascito del marchese Ainardo Benso di Cavour, nipote del Conte Camillo, iniziò a funzionare la scuola serale di chimica "Cavour". Nel 1900, con il decollo industriale di Torino, si ebbe un considerevole aumento di iscritti, il comune riunì in uno stesso edificio appositamente costruito tre sezioni: Scuola di arti e mestieri, Scuola serale di disegno, Scuola serale di chimica Cavour. Era il maggior complesso scolastico piemontese a gestione essenzialmente comunale.



Figura 2.37: Istituto Avogadro, immagine dei primi anni del '900 (museotorino.it)

Nel 1914 l'Istituto Professionale Operaio con i suoi 2500 alunni suddivisi nei corsi serali era considerato tra i migliori d'Italia. Nel 1923 con la riforma Gentile si ebbe l'assetto definitivo dell'istituto torinese: nasceva il Regio Istituto Industriale di Torino con quattro specializzazioni: meccanici, elettricisti, chimici, tessili e tintori [83].

Proprio per la formazione professionale che l'istituto forniva e fornisce, nella scuola si trovano un numero significativo di strumenti anche di fisica, che attualmente sono collocati in vetrinette ai lati del laboratorio e organizzati per tematica, con la presenza di targhette che indicano il nome dello strumento, come si può vedere in figura 2.38. Gli strumenti maggiormente presenti sono per lo studio della meccanica, della meccanica dei fluidi e di per gli studi di ottica.



Figura 2.38: Vetrinetta con strumenti di meccanica dei fluidi, Istituto Avogadro

2.2 Licei della provincia di Cuneo

La mappatura delle collezioni di interesse storico-scientifico è stata estesa anche alle collezioni della provincia di Cuneo. Il criterio di selezione è stato il medesimo, ovvero partire dai licei classici del territorio.

I licei cuneesi di antica costituzione sono 6 e presentano collezioni ricche e molto varie (figura 2.39). Di prestigio ed interesse sotto diversi punti di vista, storico e didattico, è certamente il liceo di Mondovì.

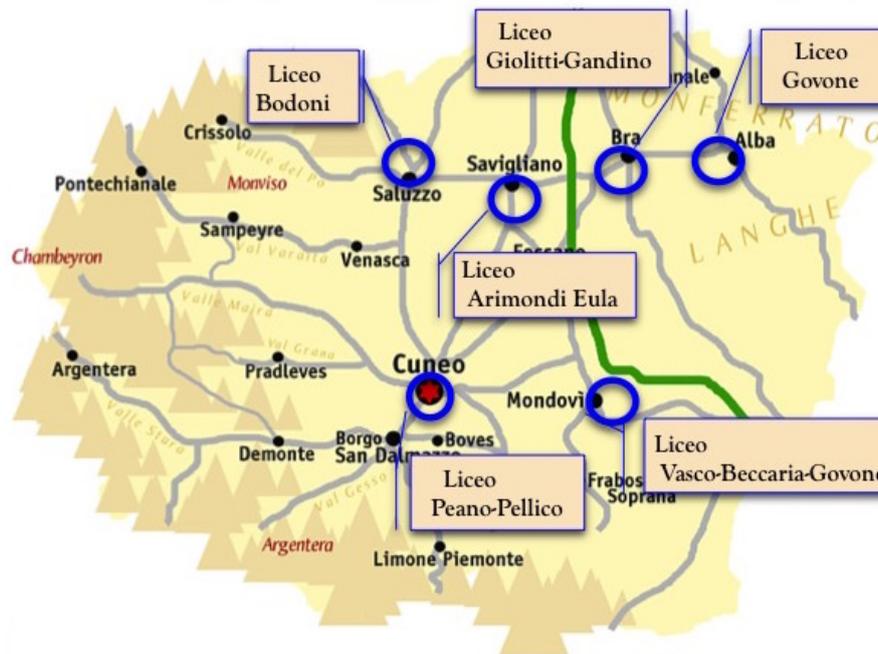


Figura 2.39: Carta delle scuole visitate nella provincia di Cuneo

2.2.1 Liceo Vasco Beccaria Govone (Mondovì)

I Licei di Mondovì Piazza, la parte più antica della città di Mondovì, sono eredi di una tradizione di studi superiori che copre oltre tre secoli. Dopo il tramonto dell'Università monregalese nel 1719, nacque un Collegio dei Gesuiti, che sopravvisse sino al 1773. Già nel 1731 Vittorio Amedeo II fondò una Regia Scuola (dal 1790 Real Collegio di Istruzione) con classi di Grammatica, Umane lettere, Retorica, Filosofia e Teologia. Dopo l'arrivo dei Francesi e l'annessione del Piemonte alla Francia, la scuola monregalese venne riorganizzata secondo le norme dell'impero, trovando sede per la prima volta nel Convento di Nostra

Donna. Con la riforma del 1811 si arrivò ad un Collegio di Mondovì su sei classi (retorica, umanità, matematica e filosofia). Dopo la Restaurazione si ritornò al Real Collegio, spostato nei locali sottostanti alla Chiesa della Missione, insalubri e rivendicati dai Padri della Missione. Così, dal 1824 il Real Collegio ritornò nell'edificio attuale, dove nel 1853 si aprì un Convitto Nazionale. Intanto, nel 1841, a Mondovì venne concessa una Scuola di Metodo, per formare maestri elementari, seguita dall'apertura di una scuola preparatoria ad essa, riservata alle donne. Nel 1858 si decise di fondare nel Regno di Sardegna sei Scuole Normali maschili e sei femminili per la formazione degli insegnanti, una delle quali assegnata a Mondovì, istituita nel settembre 1860. Si trasformerà successivamente in Istituto Magistrale "Rosa Govone", intitolato alla filantropa ed educatrice monregalese, fondatrice del Collegio delle Rosine [84].

Il Ginnasio-Liceo Beccaria risale alla legge Casati del 1859, istitutiva dei Licei italiani ed inizia la sua attività con l'anno scolastico 1860/61, unificando le Regie Scuole ed il Ginnasio Vescovile. La prima riunione del Collegio dei Professori è del 15 ottobre 1860. Il Liceo venne intitolato a Beccaria, che era di origine monregalese (par. 1.2.2). Divenne Regio Liceo con il già citato Regio Decreto del 4 gennaio 1865 (tabella 2.1). Nel 1944 si aggiunse una prima liceo scientifico soppressa con la nascita della Repubblica. Nel 1960 iniziò nuovamente una sezione scientifica, completata nel 1964/65; per gli anni Sessanta si ha notizia di un Liceo linguistico parificato, appoggiato al Liceo. Dal 1975 il Liceo Scientifico diventò autonomo e fu intitolato a Gianbattista Vasco, abate illustre e matematico monregalese.

Dall'a.s. 2012/2013 i tre istituti, con i loro indirizzi e il loro patrimonio culturale e didattico, sono confluiti nell'odierno Liceo "Vasco-Beccaria-Govone".

2.2.1.1 Il MUBEC (Museo Beccaria)

Il liceo ospita, nella sede del liceo classico, un ingente patrimonio storico-scientifico. Tale patrimonio ha sede in un antico convento, il Convento di Nostra Donna dei Minori Osservanti, che era già presente a cavallo delle mura del rione Piazza alla fine del XV secolo. Quello che resta dell'edificio originario è soltanto il chiostro, che si presenta porticato, con un giardino centrale, e con lunette affrescate intorno al 1639, che raffigurano scene della vita di S. Francesco.

Nel piazzale antistante la scuola si trova una statua di Beccaria, realizzata nel 1849 dallo scultore Angelo Bruneri (figura 2.40), e all'interno della scuola vi è un busto di Beccaria, un suo ritratto ad olio. Inoltre, la Biblioteca del Liceo possiede le tre opere principali del Beccaria, di cui due prime edizioni di *Dell'elettricismo naturale e artificiale* libri due (Torino 1753) e *Elettricismo atmosferico* (Bologna, 1758) (figura 2.41). La biblioteca conserva anche preziosi documenti archivistici, quali due lettere autografe di Beccaria e la copia del salvacondotto regio rilasciato a Beccaria per effettuare, dal Belvedere di Mondovì Piazza, le triangolazioni che portarono alla misura del *gradus taurinensis*.



Figura 2.40: Statua di G.B. Beccaria, realizzata nel 1849 dallo scultore Angelo Bruneri, nel piazzale antistante la scuola

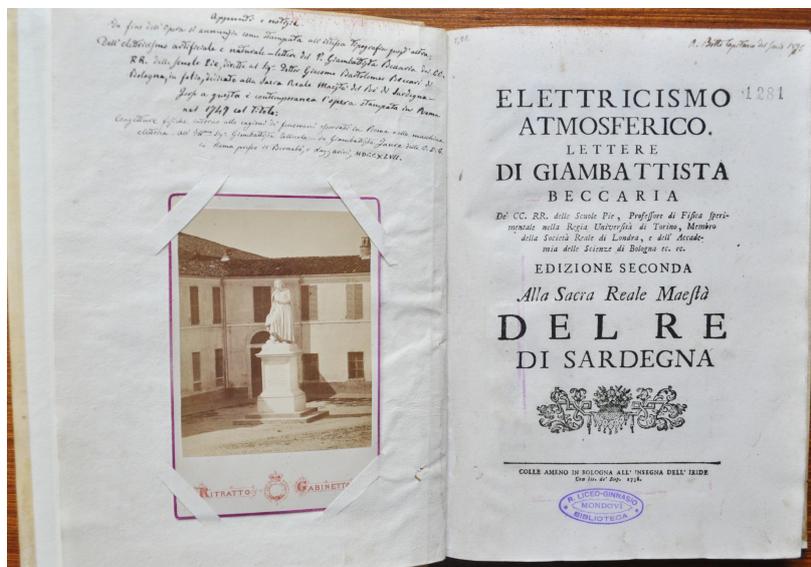


Figura 2.41: Frontespizio dell' "Elettricismo atmosferico" di Beccaria (Bologna, 1758). Il frontespizio presenta in alto a destra l'iscrizione manoscritta "A. Botto Capitano del Genio 1895". Non si tratta di una dedica al professore di fisica dell'Università di Torino Giuseppe Domenico Botto, anch'egli Capitano del Genio (par. 1.2.5), bensì di un testo autografato che attesta che il volume fu proprietà di Antonio Botto, che oltre a essere Capitano del Genio presso l'Istituto Fotografico militare di Firenze, scrisse sul Giornale di Artiglieria e Genio, negli anni '70 dell'Ottocento, alcuni articoli che documentano il suo interesse per le ricerche di Beccaria.

Queste radici così profonde nella storia e in particolare nella storia della fisica, attraverso la figura e i lavori di Beccaria, hanno stimolato l'interesse dei dirigenti scolastici, dei docenti, degli studenti e del personale tecnico della scuola e hanno fornito gli stimoli per iniziare e procedere nell'allestimento di un vero e proprio Museo di Fisica, che inizialmente era stato denominato "Laboratorio del Tempo" e che dal 2018 è stato chiamato MUBEC, Museo Beccaria. La realizzazione del progetto è stata possibile grazie al Bando della Fondazione CRC "Valorizzazione Giacimenti Culturali" del 2013, a cui la scuola ha partecipato ottenendo il finanziamento per le attività e gli interventi, anche strutturali, che la nascita del museo ha comportato.

Il lavoro è stato condotto da un gruppo di tre docenti di matematica e fisica (le professoresse Emanuela Sordo, Barbara Ponzo e Monica Chiesa), con il supporto del tecnico di laboratorio, coadiuvati per la parte burocratica e amministrativa dal dirigente scolastico e coordinati dal suo primo collaboratore. Il progetto è durato circa tre anni, dalla fine del 2013 all'inaugurazione del museo nel giugno del 2016, e si è sviluppato in diverse fasi:

- Ritrovamento degli strumenti antichi riposti nei locali del Liceo Classico e dell'Istituto Magistrale (ammassati per lo più in grandi armadi, in aule, magazzini e scantinati), conclusosi con la raccolta di circa 500 strumenti risalenti all'Otto-Novecento.
- Selezione di 300 pezzi sulla base dello stato (periodo e casa di fabbricazione, integrità, funzionamento), pulitura e sommaria rimessa in ordine degli strumenti; suddivisione per ambiti della fisica.
- Classificazione di tutti gli strumenti, con riferimento agli inventari della scuola e ai cataloghi delle case costruttrici; nuova catalogazione in formato digitale, disponibile anche su un totem multimediale.
- Esposizione in armadi di legno degli strumenti, suddivisi per ambiti, con la denominazione e i relativi numeri di vecchia e di nuova catalogazione.

Attualmente il Museo è collocato in una sala espositiva molto suggestiva che era il locale dell'antico Gabinetto di fisica del Liceo Classico. La sala, affrescata nel 1874 dal pittore Pietro Balbo, è stata restaurata da una società di conservazione e restauro, e presenta in ciascuna delle sue quattro lunette il ritratto di un grande scienziato: Galileo, Volta, Franklin, Newton (figura 2.42).



Figura 2.42: Sala espositiva del MUBEC del liceo Vasco-Beccaria-Govone di Mondovì

Nella stessa sala è stato dedicato un angolo a Beccaria, dove sono esposti i documenti originali citati e due macchine attribuite a Beccaria: una macchina elettrica e una macchina pneumatica, elementi di maggior pregio della collezione. Le due macchine in questione, che la tradizione locale ritiene siano appartenute al fisico monregalese, sono state costruite dall'artigiano monregalese Matteo

Mondino e giunte al Liceo come donazione nella seconda metà dell'Ottocento e recentemente restaurate. Come documentato da Goffredo Casalis nel suo *Dizionario Geografico storico-statistico-commerciale degli stati di S.M. Il Re di Sardegna* (Torino, 1842), Mondino fu il primo macchinista che potesse vantare "il Piemonte". In particolare, a questo ingenuosissimo monregalese debbasi l'invenzione di più macchine di vario genere; e dell'opera di lui giovavasi l'immortal Beccaria nel perfezionare le macchine per le esperienze elettriche (figura 2.43). La perizia come macchinista di Mondovì è confermata dalla Reale Accademia delle Scienze di Torino, che nell'adunanza a classi unite del 5 gennaio 1817 vide il vice-segretario Carena leggere "una scritto a nome del signor Matteo Mondino, nel quale egli chiedeva la permissione di prendere il titolo di Fabbroferraio della Reale Accademia, e presentava parecchi documenti comprovanti essere egli persona abile nell'arte sua". Come riferito negli Annali della Reale Accademia delle Scienze, compilata dall'allora Segretario Perpetuo Vassalli Eandi (par. 1.2.3), l'Accademia condiscese alla domanda del signor Mondino, per ricompensare anche in questo modo la rara perizia di lui in parecchi lavori meccanici di somma utilità [47].

Qui vuoi fare onorevole cenno di un Matteo Mondino, che a' suoi dì fu il primo macchinista che potesse vantare il Piemonte. A questo ingenuosissimo monregalese debbesi l'invenzione di più macchine di vario genere; e dell'opera di lui giovavasi l'immortal Beccaria nel perfezionare le macchine per le esperienze elettriche. Il Mondino fu il solo in Piemonte che nel 1789 abbia saputo formare aghi di ottone scannellati ad uso della fabbrica dei velluti di moresca; i quali aghi era prima necessario farli venire da Lione. Fu egli anche autore di una bilancetta chiamata *somella* per uso degli esperimenti di chimica e di mineralogia, la quale venne ammirata dall'accademia delle scienze, che ne lo aveva incaricato del lavoro, e premiata di una medaglia d'argento, la quale ei ricevette pubblicamente nella solenne adunanza cui tenne la stessa accademia nel dì 50 novembre del 1789. Tanto era l'industria di quest'uomo, che la città di Torino lo impiegò in molti ed importanti lavori; ed il Re Vittorio Amedeo volle guiderdonarlo con un'annua pensione.

Figura 2.43: Informazioni su Matteo Mondino, l'artigiano che costruì la macchina di Beccaria di Mondovì (Dizionario geografico di Casalis, pag.765)

La prima delle due macchine di Beccaria è un modello di macchina usata nella prima metà del Settecento per spiegare il fenomeno dell'induzione elettrostatica. Rispetto a quella riprodotta nella Tav. 1 dell'*Elettricismo Artificiale e Naturale*, nell'esemplare di apparecchio conservato a Mondovì, le dimensioni sono più ridotte, manca il cannone di latta (detto "catena" da Beccaria) e la fune che

collegava il cilindro di vetro alla ruota (recentemente aggiunta nel restauro); la seconda è modello di pompa pneumatica, non riportato dal Beccaria nelle sue opere. La macchina non possiede la campana di vetro originale, che a causa della sua fragilità probabilmente è stata rotta nel corso del tempo.



Figura 2.44: Macchina elettrostatica di Beccaria, presso il Liceo Vasco-Beccaria-Govone a Mondovì



Figura 2.45: Macchina pneumatica di Beccaria, presso il Liceo Vasco-Beccaria-Govone a Mondovì

Entrambe queste macchine sono state esposte a Torino per i 250 anni dell'Osservatorio (la cui nascita viene tradizionalmente fatta risalire al 1759) e per i 600 anni dell'Università nel 2004.

Gli altri strumenti del MuBec sono esposti in armadi in legno restaurati dagli studenti delle Scuole tecniche San Carlo di Boves, durante uno stage estivo. Molti di tali strumenti provengono dalle più famose ditte di apparecchi per la didattica della fisica: A. Loiseau di Parigi, Officine Galileo di Firenze, Leybold di Colonia, Aeg di Berlino, Hartmann and Braun di Francoforte, Tecnomasio Italiano di Milano, Paravia di Torino, Salmoiraghi di Milano.

Questa ricca e completa documentazione della scienza e della tecnologia dell'Otto/Novecento è stata suddivisa, nell'ambito del progetto di classificazione finanziato dalla Fondazione CRC, nei diversi settori della fisica classica: misura (34 strumenti), meccanica (29 strumenti), fluidi (85 strumenti), calorimetria (39 strumenti), Ottica (50 strumenti), acustica (20 strumenti), elettricità (82 strumenti), magnetismo (15 strumenti), elettromagnetismo (66 strumenti).

2.2.1.2 I progetti didattici legati al MuBec

Il gruppo di docenti che si occupa del MuBec ha organizzato nel corso degli anni diverse iniziative in parte rivolte agli studenti, attraverso il potenziamento dell'uso didattico del museo e della storia della Fisica e, in altri casi rivolte alla cittadinanza, per sottolineare l'importanza del valore culturale del Museo attraverso iniziative di apertura al pubblico.

In particolare si sono attivate le seguenti iniziative:

- **Adotta uno strumento:** progetto rivolto agli studenti, in collaborazione con tutti i docenti del dipartimento di matematica e fisica, con l'obiettivo di realizzare le schede degli strumenti, conducendo un lavoro di ricerca storica o un'attività laboratoriale relativa ad un'apparecchiatura scientifica antica, scelta tra quelle ritrovate nell'istituto e significativa per valore storico e culturale. L'obiettivo del progetto consisteva da un lato nello stabilire un contatto positivo e diretto tra la scuola e il museo nel campo del sapere scientifico e tecnologico e nella volontà di recuperare la dimensione storica delle conoscenze scientifiche. Gli studenti si sono dimostrati molto interessati allo strumento scelto, ne hanno curato in molti casi la pulitura e hanno dato validi suggerimenti per la rimessa in funzione. Talvolta hanno coinvolto anche i genitori e i nonni per le operazioni di restauro. La loro collaborazione, unita all'entusiasmo della scoperta, è stata di sostegno in tanti momenti della storia del museo. Al termine del progetto quasi tutti i gruppi hanno consegnato un lavoro di sintesi (esposizione scritta, slides, video, schede di laboratorio, raccolte fotografiche).
- **Progetto Officina didattica 2016** (dalla scuola primaria alla scuola secondaria di secondo grado): progetto triennale di formazione docenti e di organizzazione di attività laboratoriale con la metodologia della *peer education*. I docenti delle scuole secondarie di secondo grado hanno formato i propri studenti per svolgere attività laboratoriali con gli studenti della primaria e della secondaria di secondo grado, svolgendo numerose attività legate agli strumenti presenti nel MuBec. A questo progetto ho preso parte, con il professor Matteo Leone, supervisore di questo progetto di dottorato, nel ruolo di formatrice dei docenti e nella fase di monitoraggio e di analisi dei risultati ottenuti. Le classi delle altre scuole coinvolte hanno effettuato la visita al museo (figura 2.46), con gli studenti liceali in veste di guida, e hanno svolto attività sperimentali in cui si è fatto uso di materiale povero e della strumentazione di laboratorio, accostati alle apparecchiature del museo. In particolare, le attività legate al museo, hanno riguardato i concetti di temperatura e calore e sono state condotte esperienze a gruppi relative alla conduzione del calore e all'equilibrio termico [56].



Figura 2.46: Visita al Mubec in occasione delle attività inserite nel progetto “Officina didattica 2016”

- **Apertura del MuBec al pubblico:** in occasione di eventi organizzati, il MuBec apre le porte al pubblico. La scuola aderisce ogni anno alla manifestazione cittadina “Peccati di Gola - a scuola con gusto”, in cui vengono esposti alcuni strumenti in luoghi significativi della città affiancati da dimostrazioni di laboratorio.
- **Convegni G.B. Beccaria:** ogni anno la scuola organizza un convegno centrato sulla storia della fisica, giunto alla IV edizione. Il Convegno è nato in occasione del 300° anno dalla nascita di Beccaria, anno di apertura del Mubec. Durante le edizioni 2018 e 2019 si sono presentati approfondimenti sulla storia dell’astronomia, centrati su uno degli strumenti di pregio preservati dal MuBec, un cannocchiale terrestre, costruito tra il 1870 e il 1888 dalla ditta Salmoiraghi (atti in corso di stampa).

L’obiettivo del gruppo di insegnanti coinvolti per i prossimi anni è, da un lato, quello di completare la compilazione delle schede descrittive per ciascuno degli strumenti esposti con particolare attenzione alla datazione, che è possibile grazie agli inventari conservati presso la scuola; e dall’altro, la proposta di inserire nei percorsi turistici cittadini un itinerario scientifico “Sulle orme del Beccaria”, predisposto da un gruppo di alunni e già sperimentato. Inoltre, si prevede l’ampliamento del sito del museo, con inclusa una piccola visita virtuale.

Al momento si è fornito alle insegnanti uno schema di schedatura degli strumenti con l'elenco delle informazioni fondamentali e consigli sul processo di datazione. Il dialogo con il gruppo di insegnanti di area scientifica del liceo è stato certamente stimolo di per il lavoro di ricerca in oggetto e ha fornito spunti interessanti di riflessione e approfondimento. Il liceo di Mondovì è sicuramente una delle scuole più attive nell'implementazione dell'uso della storia della Fisica in ambito didattico.

2.2.2 Liceo Peano-Pellico (Cuneo)

Il Liceo Classico "Silvio Pellico" è la scuola superiore di più antica fondazione a Cuneo. Venne fondato nel 1812 su iniziativa dell'Impero francese, di cui il Piemonte era allora provincia.

Trascorsa la parentesi della Restaurazione postnapoleonica, durante la quale divenne Reale Collegio con sede nel vecchio palazzo comunale, fu trasformato nel Regio Ginnasio Liceo del Regno di Sardegna nel corso del 1859 (le lezioni ebbero inizio nell'anno scolastico 1860-61). Il liceo assunse la denominazione di Regio liceo Pellico con R.D. del 1865 (tabella 2.1).

Venne intitolato a Silvio Pellico nel 1865, e nel 1867 fu trasferito nell'ex convento delle Clarisse, presso la chiesa di Santa Chiara. Nell'autunno del 1942 venne infine trasferito nell'attuale sede di via Giolitti per poi diventare, dopo la proclamazione della Repubblica, Liceo Classico Statale [85].

È importante segnalare che, tra i professori del liceo classico Pellico ci fu Giovanni Cossavella (1834-1919), storia delle scienze che per 36 anni insegnò fisica nel liceo e che, tra le altre cose, scrisse una biografia dell'astronomo Schiaparelli, di cui fu amico ed estimatore. Dietro insistenza di Cossavella, il comune di Cuneo allestì nel 1876 un osservatorio meteorologico nel campanile della Chiesa di Santa Chiara, che lo stesso Cossavella diresse tra il 1876 e il 1898 (figura 2.47).



Figura 2.47: Targa apposta alla base della Torre a Cuneo e dedicata al professore di fisica Giovanni Cossavella

Nel 1944 nasce il Liceo Scientifico di Cuneo con una sola classe, con sede presso il Liceo classico di Cuneo. L'anno successivo il Comune di Cuneo che istituì il secondo corso del Liceo Scientifico comunale, che diventò statale nell'anno scolastico 1949/50. Il Liceo non è ancora autonomo, in quanto risulta sezione staccata del Liceo Scientifico "G. Ferraris" di Torino. Il liceo scientifico diventò autonomo nel 1950/51 e nel 1953 venne intitolato a Giuseppe Peano. Dall'anno scolastico 2013/2014 l'Assessorato all'Istruzione della Regione Piemonte ha stabilito l'unificazione dei due licei.

2.2.2.1 La collezione

La collezione storico-scientifica del liceo Pellico si trova collocata in un laboratorio dove sui tavoli vengono allestite le esperienze e mostrati gli strumenti antichi a scopo dimostrativo (come si può vedere in figura 2.48), in parte nei corridoi della scuola (dove troviamo anche una macchina elettrica di Ramsden di costruzione parigina Loiseau, in figura 2.77) e in una sala-magazzino dove sono presenti le vetrinette di legno con le targhette che indicano la tematica a cui fanno riferimento.

Non è a disposizione un catalogo o un elenco degli strumenti oggi esistenti ma è possibile stimare che gli strumenti siano circa 200 e che coprano i diversi ambiti della fisica, e in particolare di elettrostatica, fluidi, termologia e ottica.

Anche al liceo Peano-Pellico tra gli strumenti è preservato un *banco di Melloni*, mostrato in figura 2.49.



Figura 2.48: Laboratorio del liceo Peano-Pellico in cui sono allestite alcune esperienze con strumenti della collezione



Figura 2.49: Banco di Melloni (liceo Peano-Pellico)

2.2.2.2 La specola

Il Liceo di Cuneo ospita anche un Osservatorio astronomico, costituito da una cupola girevole del diametro di 4,5 metri al cui interno è presente attrezzatura di tutto rispetto: un rifrattore da 200 mm, due riflettori da 280 mm e 200 mm, filtri solari e Deystar e uno spettroscopio didattico. La specola viene utilizzata per attività di didattica e di ricerca sperimentale sulle macchie solari durante le lezioni del Liceo e, su prenotazione, anche per gli allievi di altre scuole. La scuola organizza, inoltre, incontri pomeridiani e serali dedicati ai cittadini curiosi di avvicinarsi al mondo delle stelle e collabora con gli astrofili locali.

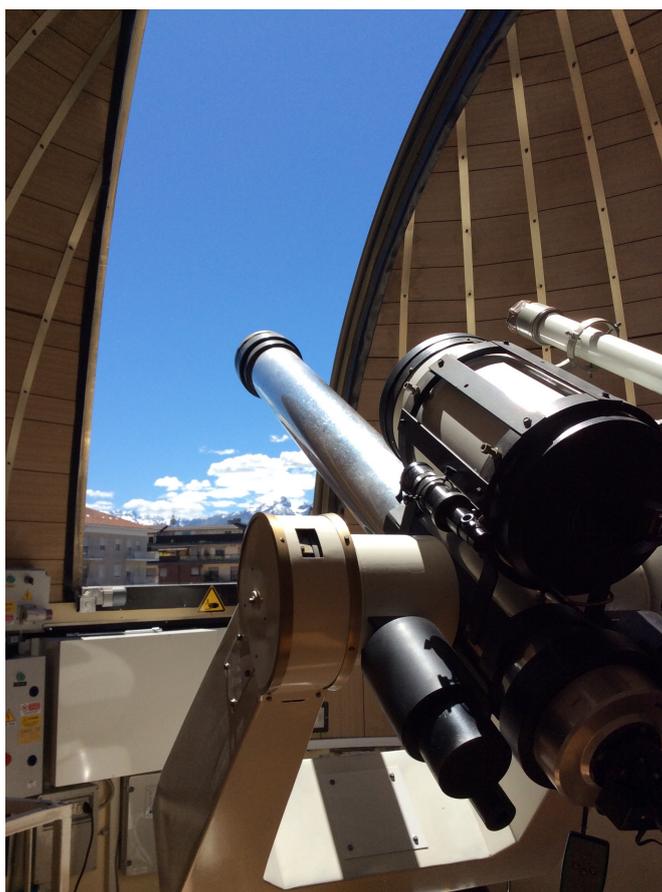


Figura 2.50: La specola del liceo Peano-Pellico di Cuneo

2.2.3 I.I.S. Arimondi-Eula (Savigliano)

Il Liceo di Savigliano nacque come Real Collegio nel 1731 in un complesso scolastico eretto da re Vittorio Amedeo II. Questo Collegio durò fino all'epoca napoleonica. Tra i suoi alunni più famosi vi furono Santorre di Santarosa e Giovanni Schiaparelli, che era proprio nativo di Savigliano. Ristabilito e soppresso più volte nel corso del XIX secolo, risorse come Liceo Comunale nel 1899, per essere poi pareggiato nel 1900. Soppresso nuovamente nel 1915, ricominciarono i tentativi della città per far riaprire la sua scuola, cui contribuirono generosamente i cittadini savigliesi, con lasciti patrimoniali e altre iniziative per allestire locali, laboratori, biblioteca: a tal proposito parte della strumentazione tuttora conservata è probabilmente frutto di donazioni.

In seguito all'interessamento del conte Annibale Galateri, il Liceo rinacque come scuola comunale nel 1927 e pareggiato nel 1931 e divenne statale a partire dall'anno scolastico 1947/1948. Nel 1973 fu istituita l'annessa sezione del Liceo Scientifico. Il Liceo è intitolato al gen. Giuseppe Arimondi, savigliese.

Nel 2010 è nato l'Istituto d'Istruzione Superiore "Arimondi-Eula", risultato dalla fusione del liceo Arimondi e dell'Istituto di Istruzione Superiore "Maurizio Eula" che, storicamente era un istituto per geometri [86].

2.2.3.1 La collezione

La collezione storico-scientifica della scuola conta circa 150 strumenti di fisica e svariati strumenti di chimica che sono elencati nell'inventario realizzato nel 2018 sugli strumenti esistenti, in cui tuttavia non compare parte della strumentazione di interesse storico.

Gli strumenti di maggior rilevanza storica sono conservati nelle vetrinette lungo i corridoi della scuola, senza etichette che ne indichino le informazioni a riguardo. Non esiste neppure una catalogazione con annessa datazione.

Gli strumenti di acquisto più recente si trovano nel laboratorio di fisica e chimica e vengono utilizzati nelle attività didattiche.

La maggior parte degli strumenti più antichi riguardano l'elettrostatica e il magnetismo di cui contiamo 60 strumenti. In particolare vi sono bottiglie di Leida, elettroscopi a foglia d'oro, un pendolino elettrostatico e una piccola macchina elettrica (figure 2.51-2.52). Vi sono inoltre 28 strumenti di ottica, principalmente microscopi, 20 strumenti per lo studio della meccanica e i restanti riguardano termologia, fluidi e fisica moderna.



Figura 2.51: Strumenti di elettrostatica: bottiglie di Leida, elettroscopio e pendolino (liceo Arimondi-Eula, Savigliano)

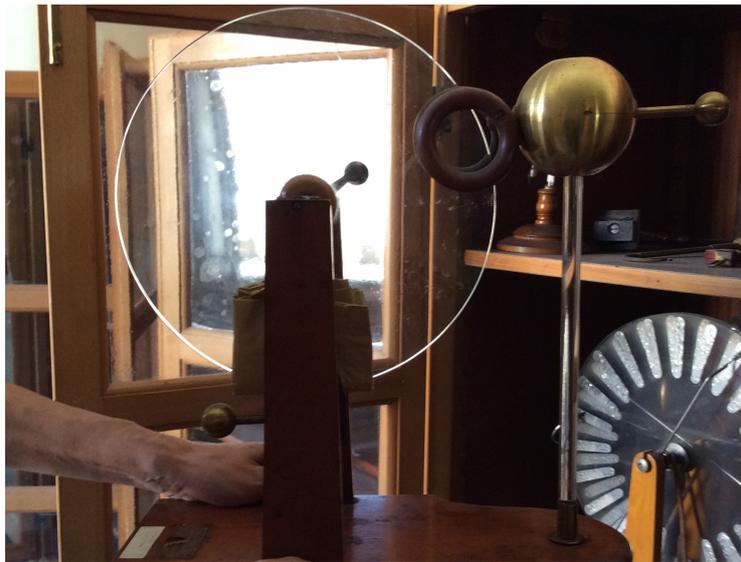


Figura 2.52: Macchina elettrica (liceo Arimondi-Eula, Savigliano)

2.2.4 Liceo “Giolitti-Gandino” (Bra)

Il Ginnasio di Bra nacque come comunale nel 1874 e tale rimane fino al 1877, anno in cui diventò Ginnasio pareggiato. Dal 1 gennaio 1882 al 1930 si parla di Regio Ginnasio.

Dal 1915 al 1922, a cavallo tra la Prima Guerra Mondiale e la Riforma Gentile, nasce il Regio Corso Magistrale. Con Regio Decreto del 23 ottobre 1930 nacque il Regio Ginnasio di Bra (figura 2.53).

Durante la seconda guerra mondiale, negli anni scolastici 1943-1944, 1944-1945 e 1945-1946 il Liceo Parificato Virgilio di Torino si rifugia a Bra nei locali del liceo.

Già a partire dall’agosto 1945 viene richiesta al Sindaco di Bra da parte di “padri di famiglia” la creazione di un Liceo Classico Governativo, sentita come “favorevole nell’animo della popolazione e nelle tradizioni culturali classiche della città [...]”. Proprio per venire incontro a queste richieste, l’Amministrazione comunale ottenne nel 1946 un triennio liceale con la denominazione “Liceo Classico Statale”, che mantenne fino al 1953. Sotto forma di sezione di Liceo Classico senza Ginnasio, dipendente dal “Liceo Statale Classico Generale Govone di Alba”. Dal 1 ottobre 1953, con Nota Ministeriale n. 7563, viene eretto in autonomia giuridica e amministrativa il Liceo Classico Statale G. B. Gandino, a cui viene annesso il Ginnasio il 10 ottobre dello stesso anno, nei locali di Palazzo Mathis. Si passa così alla storia più recente, che ha comportato cambiamenti di sede e l’unificazione con il Liceo Scientifico G. Giolitti (dal 1 settembre 1996 si parla di Liceo Statale G. Giolitti – G.B. Gandino)[87].

Numero di pubblicazione 1851.
REGIO DECRETO 23 ottobre 1930, n. 1515.
Istituzione di un Regio ginnasio in Bra.

VITTORIO EMANUELE III

PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE

RE D'ITALIA

Veduto il R. decreto 6 maggio 1923, n. 1054;
Veduto l'art. 1, n. 3, della legge 31 gennaio 1926, n. 100;
Riconosciuta l'opportunità di provvedere alla istituzione
di un Regio ginnasio a Bra;
Sentito il parere del Consiglio di Stato;
Udito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato
per l'educazione nazionale, di concerto con quello per le
finanze;

Abbiamo decretato e decretiamo:

A decorrere dall'anno scolastico 1930-31 è istituito a Bra
un Regio ginnasio.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello
Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei de-
creti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di os-
servarlo e di farlo osservare.

Dato a San Rossore, addì 23 ottobre 1930 - Anno VIII

VITTORIO EMANUELE.

MUSSOLINI — GIULIANO — MOSCONI.

Visto, il Guardasigilli: ROCCO.

Registrato alla Corte dei conti, addì 2 dicembre 1930 - Anno IX
Atti del Governo, registro 303, foglio 9. — MANCINI.

Figura 2.53: Istituzione del Regio Liceo di Bra (R.D. del 23 ottobre 1930 N.1851)

2.2.4.1 La collezione

La scuola conserva circa 80 strumenti elencati in un inventario secondo la disposizione negli armadi dei due laboratori. Gli armadi sono tutti metallici e sui ripiani sono presenti targhette ad indicare la tematica di riferimento. Molti strumenti sono di magnetismo con la presenza di numerose bobine; vi è inoltre un rocchetto di Ruhmkorff, un radiometro di Crookes, gli emisferi di Magdeburgo e una bussola in legno (figure 2.54-2.55).



Figura 2.54: Strumenti di elettromagnetismo (liceo Giolitti-Gandino, Bra)



Figura 2.55: A sinistra, bussola in legno. A destra, bobina magnetica (liceo Giolitti-Gandino, Bra)

2.2.5 Liceo Bodoni (Saluzzo)

Il Liceo Classico "G.B. Bodoni" di Saluzzo fu istituito nel 1930 e diventa Regio liceo il 12 settembre 1935, come attestato dal Regio Decreto, "Regificazione del Liceo classico pareggiato di Saluzzo" (figura 2.56). In realtà, all'Unità d'Italia vi era a Saluzzo già un liceo comunale pareggiato ai Regi, e un Regio Ginnasio [54].

In principio il liceo non contava più di una trentina di iscritti, che diventarono un centinaio negli anni Quaranta, grazie soprattutto all'apporto degli sfollati dalle grandi città del nord a causa dei bombardamenti degli Alleati. Durante quel periodo insegnò per un anno al Bodoni, come supplente annuale, il grande scrittore Cesare Pavese.

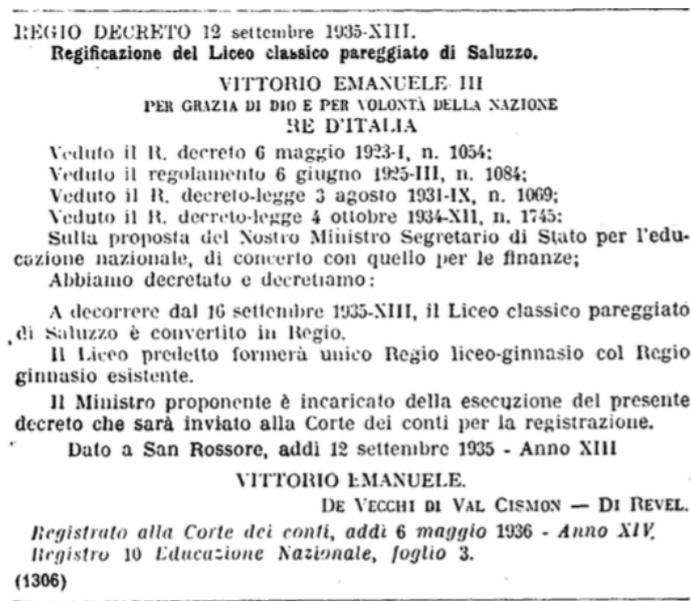


Figura 2.56: Istituzione del Regio Liceo di Saluzzo (R.D. 12 settembre 1935-XIII)

Negli anni Cinquanta gli studenti erano intorno alla cinquantina, mentre negli anni Settanta le iscrizioni ebbero un notevole incremento, in seguito soprattutto all'istituzione di una sezione scientifica. Negli anni Novanta, al fine di potenziare l'offerta formativa del Liceo, è stata deliberata l'istituzione di una sezione scientifica-tecnologica, oggi ridenominata dal Ministero, Liceo Scientifico delle scienze applicate. Dall'a.s. 2018-19 è inoltre attivato, sempre nella sezione scientifica, l'indirizzo "sportivo"[88].

2.2.5.1 La collezione

Il liceo conserva una collezione significativa di strumenti in parte esposti ed in parte accatastati in magazzini. Gli strumenti vengono conservati sia presso la sede del liceo scientifico che presso quella del liceo classico, di cui possiamo vedere il portone e una delle sale nelle figure 2.57-2.58.

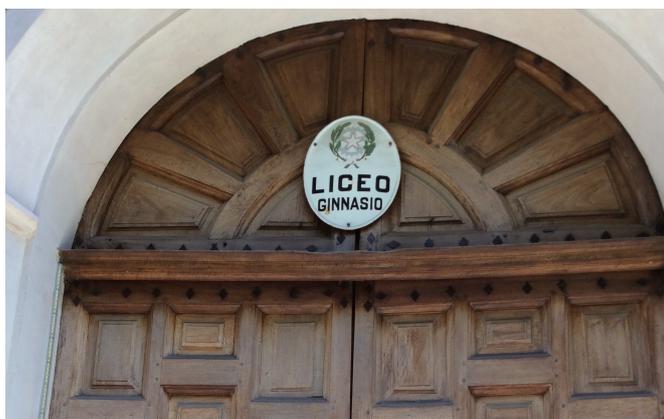


Figura 2.57: Ingresso del liceo classico Bodoni, con insegna “Liceo ginnasio”



Figura 2.58: Sala del liceo Classico Bodoni di Saluzzo

Presso la sede del liceo scientifico si trova un laboratorio di stampo moderno e utilizzato frequentemente per le lezioni, con tavoli di lavoro attrezzati e vetrinette contenenti strumenti “moderni” utilizzati per compiere le esperienze di laboratorio. A fianco di questi strumenti vi sono alcune vetrine che contengono strumenti appartenenti probabilmente al Regio Liceo, talvolta vengono mostrati durante le lezioni.

Tra questi vi sono diversi strumenti di elettrostatica (figura 2.59), galvanometri per la misura della corrente elettrica e un modello di pila di Volta.



Figura 2.59: Strumenti per lo studio dei fenomeni di elettrostatica presso la sede del liceo scientifico Bodoni di Saluzzo

Presso la sede del liceo classico è presente una sala allestita per fare lezione e circondata da vetrinette di legno che contengono strumenti di interesse scientifico, non solo di ambito fisico, e in parte esposti sulla cattedra al centro della stanza. Allo stesso piano si trova un piccolo magazzino dove sono contenuti altri strumenti accatastati senza un'organizzazione sistematica.

Al momento non è ancora stato trovato l'inventario, che potrebbe fornire importanti informazioni sulla datazione e la provenienza degli strumenti.



Figura 2.60: Strumenti, tra cui un modello di planetario, esposti nel laboratorio che ospita leve trinette espositive (sede del liceo classico Bodoni, Saluzzo)

2.2.6 Liceo Govone (Alba)

Il Liceo Classico Statale "Giuseppe Govone" è uno dei licei storici italiani, istituito con deliberazione del 15 febbraio 1882 dal Consiglio Comunale di Alba. Diventa Regio Liceo a partire dal 1° ottobre 1887, a seguito del Regio Decreto in cui si fa riferimento alla convenzione tra il Municipio di Alba e il Governo fatta nell'anno precedente. Nel decreto, visto che *“è stabilito che lo stesso comune, a fine di ottenere che sia dichiarato governativo il suo liceo, si obbliga, fra le altre condizioni, non solo di provvedere il locale e tutto il materiale necessario, ma di corrispondere altresì all'Erario dello Stato la somma [...] stabilita in annue L.18,574”*; si decreta che al liceo comunale di Alba *“sono conferite tutte le prerogative dei licei Regi”* dal 1° ottobre 1887 (figura 2.61) [89].

Il Numero 4827 (Serie 3^a) della Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno contiene il seguente decreto:

UMBERTO I

per grazia di Dio e per volontà della Nazione

RE D'ITALIA

Veduta la legge 13 novembre 1859, n. 3725;

Veduto che per la Convenzione passata tra il Municipio di Alba e il Governo in data del 28 dicembre 1886, è stabilito che lo stesso comune, a fine di ottenere che sia dichiarato governativo il suo liceo, si obbliga, fra le altre condizioni, non solo di provvedere il locale e tutto il materiale necessario, ma di corrispondere altresì all'Erario dello Stato la somma che, a forma della precitata legge, richiedesi pel pagamento degli stipendi al personale del liceo, e che per ora è stabilita in annue lire diciottomila cinquecentosettantaquattro (L. 18,574);

Veduto il bilancio della Pubblica Istruzione per l'esercizio 1887-88;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per la Pubblica Istruzione;

Abbiamo decretato e decretiamo: ,

A cominciare dal 1° ottobre 1887 al Liceo comunale di Alba sono conferite tutte le prerogative dei licei Regi, così per gli effetti legali degli studi che vi si compiono, come per i diritti e doveri del personale che vi sarà eletto dallo Stato, ai termini delle leggi sulla pubblica istruzione, e ciò fino a che saranno adempiuti dal comune gli obblighi assunti nell'accennata Convenzione.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserto nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 14 luglio 1887.

UMBERTO.

COCCINO.

Visto, Il Guardasigilli: ZANARDELLI.

Figura 2.61: Istituzione del Regio Liceo di Alba (R.D. del 14 luglio 1887, N. 4827)

Dalla fondazione, il liceo ha intrecciato la sua storia con le vicende culturali, sociali e politiche della società albesa grazie al contributo culturale e ideale dei giovani formati nelle sue aule. Fu frequentato infatti dallo scrittore Beppe Fenoglio, dal chirurgo Achille Dogliotti, dal latinista Oreste Badellino; vi insegnarono personalità della cultura come Pietro Chiodi, Leonardo Cocito, il critico letterario Giuseppe Petronio.

2.2.6.1 La collezione

Al momento non è stato reperito alcun inventario della strumentazione scolastica, nè vi è un elenco degli strumenti ancora esistenti.

Si può tuttavia affermare che la collezione della scuola, pur non possedendo un numero elevatissimo di strumenti, conta diversi esemplari molto significativi. A titolo di esempio, sono stati identificati 4 strumenti di fabbricazione Jest: un *pendolino elettrostatico* con parti in avorio e ottone (probabilmente antecedente alla fondazione della scuola e frutto di donazione), una *ruota di Barlow* (il primo esempio di motore elettromagnetico, ideato dal fisico inglese Peter Barlow in collaborazione col suo assistente, il chimico James Marsh, nel 1821, pochi mesi

dopo la scoperta di Oersted dell'elettromagnetismo), un *anello di 's Gravesande* (per illustrare la dilatazione termica dei materiali osservando il passaggio di una sfera di metallo attraverso un anello) e un apparato per gli studi di ottica con base di ottone e composto di 7 piccoli specchi che possono ruotare. Ancora più interessante è il fatto di trovare un pendolino marchiato Jest nel liceo, di fondazione successiva (1882), imputabile probabilmente a una donazione fatta alla scuola da qualche famiglia del territorio (figura 2.62).

Gli strumenti sono conservati in armadi di legno lungo i corridoi della scuola e nel laboratorio di fisica, dove vengono spesso mostrati a scopo dimostrati dal tecnico durante le lezioni: nella figura 2.64 si può vedere parte del materiale usato per la lezione di elettrostatica e preparato dal tecnico. Pur non avendo fatto il lavoro di catalogazione e datazione, la scuola mostra molta attenzione verso l'uso didattico della storia, in particolare grazie al tecnico che è molto attento ed interessato a tale approccio.



Figura 2.62: Pendolino elettrostatico firmato *Jest a Turin* (Liceo Govone di Alba)



Figura 2.63: Armadio della collezione scientifica del liceo Govone di Alba



Figura 2.64: Strumenti utilizzati per esperimenti di elettrostatica durante le lezioni (liceo Govone, Alba)

2.2.7 Altre collezioni significative scolastiche

La mappatura delle collezioni scolastiche di antichi strumenti di fisica è arricchito anche da altre due collezioni che non possono essere assimilate alle altre considerate in questo progetto: il Seminario Vescovile di Mondovì, che ospitava un liceo e l'Istituto Bonelli di Cuneo, che è un istituto professionale ma che ospita un museo storico di tutto rispetto.

2.2.7.1 Museo storico dell'I.T.C. Bonelli (Cuneo)

L'istituto Bonelli fu fondato nel 1865, ma in realtà fin dal 1861 si era avvertita l'esigenza di creare a Cuneo una scuola di indirizzo tecnico-professionale, per via della grande richiesta di figure formate in ambito commerciale, industriale ed amministrativo. Al 1° ottobre 1865 risale il R. Decreto n. 1684 istituyente, contemporaneamente a quelli di Como e Sondrio, il Regio Istituto Tecnico di Cuneo che, il 1° Novembre 1865 iniziava la sua attività con 49 allievi e 10 uditori, ponendosi tra i più antichi istituti di tutta l'Italia.

Vent'anni dopo, il 14 Marzo 1885, l'Istituto veniva dedicato a "Franco Andrea Bonelli", insigne studioso di Scienze Naturali, particolarmente di Entomologia, titolare della cattedra di Zoologia presso la Regia Università di Torino e direttore dell'annesso museo [90].

Col passare degli anni l'Istituto, che nel frattempo si era arricchito della Sezione Commercio e Ragioneria, si accrebbe e si sviluppò rapidamente grazie al favore incontrato da questo tipo di scuola tra la popolazione e alla intelligente opera di coloro che amministravano l'Istituto stesso. Fra gli illustri insegnanti dell'Istituto basti ricordare il futuro presidente della Repubblica Luigi Einaudi, il quale qui insegnò nell'anno scolastico 1899-1900.

Il primo e più notevole scossone all'organizzazione dell'Istituto fu provocato dall'entrata in vigore della Riforma Gentile, che eliminò la sezione Fisico-matematica, assorbita dal nuovo Liceo Scientifico, ed istituì un doppio corso inferiore, riducendo il Corso Superiore alle due sole sezioni Commerciale e per Geometri, di durata quadriennale. Successivamente, con l'istituzione della Scuola Media, che sostituì il corso Inferiore, l'Istituto si articolò nelle sezioni Commerciale e per Geometri, con corsi quinquennali.

Oggi la scuola ospita un museo storico che si compone di quattro stanze: esse descrivono, la storia dell'istituto e una stanza in cui sono esposti strumenti di fisica (circa un centinaio) in vetrinette di legno, tra i quali numerosi strumenti per lo studio dell'ottica (figura 2.65).



Figura 2.65: Sala del “museo storico dell’ITC Bonelli” dedicata agli strumenti di fisica

2.2.7.2 Il Seminario Vescovile di Mondovì

Il Seminario di Mondovì è sorto nella seconda metà del '500, tra i primi in Italia e in esecuzione del Concilio di Trento (1545-63), per volere del vescovo Vincenzo Lauro e ospita una ricca e preziosa Biblioteca. L'interesse per questa istituzione deriva dal fatto che i seminari vescovili ospitavano ginnasi e licei.

Il seminario vescovile di Mondovì, infatti, è stato sede di un ginnasio e poi liceo classico e conserva numerosi volumi di pregio e importanti per la preparazione degli studenti di Filosofia e Teologia, e anche diversi strumenti scientifici usati a suo tempo nelle lezioni di fisica e di altre discipline scientifiche.



Figura 2.66: Sale della Biblioteca diocesana di Mondovì

Oltre al nucleo originale, la Biblioteca ha ricevuto diversi lasciti, in particolare si cita quello del Vescovo Antonio Conte che lasciò la sua collezione di circa 3000 volumi e quello del sacerdote Pietro Antonio Dompè, che oltre al lascito di circa 6000 volumi, lasciò l'indice completo della Biblioteca. Attualmente la Biblioteca ospita circa 80000 volumi, tra cui 93 incunaboli e 900 cinquecentine, manoscritti e giornali ottocenteschi.

Di particolare interesse per la ricerca in questione è il "Fondo Bruno", che riguarda i volumi appartenuti a Don Carlo Bruno, insegnante di Fisica e storia naturale nel Regio istituto tecnico di Mondovì. Nato a Murazzano nel 1831, coinvolgeva gli allievi del seminario e del liceo nelle osservazioni delle stelle cadenti e raccoglieva i dati meteo di Mondovì.

Inoltre ottenne la creazione di un osservatorio nel Seminario per lo studio dei fenomeni meteorologici e fu collaboratore del celebre astronomo Giovanni Virginio Schiaparelli.

Al momento gli strumenti scientifici, non catalogati e di consistenza non ancora accertata, sono conservati in armadi non esposti al pubblico, ad esclusione della macchina elettrica restaurata (figura 2.80) ed esposta nella Biblioteca diocesana. Sulla macchina elettrica è appoggiato un termoigrometro per monitorare i valori di temperatura e umidità della stanza e monitorarne la conservazione (in analogia con quanto effettuato presso il Museo di Fisica dell'Università di Torino, par. 1.2.8.3).



Figura 2.67: Armadi dove vengono conservati gli strumenti della collezione del Seminario Vescovile

2.3 Alcuni strumenti di interesse nei licei classici

In seguito alla visita delle scuole sopra descritte e aver ottenuto una panoramica di insieme delle collezioni della provincia di Torino e di Cuneo, si è ritenuto interessante analizzare alcuni strumenti di pregio e/o di interesse storico individuati in tali collezioni ma non presenti nella collezione del Museo di Fisica dell'Università di Torino.

Per questo motivo si ritiene importante elencare ed analizzare il caso particolare delle macchine elettriche a strofinio e, nello specifico, le *macchine di Ramsden*. Come già descritto nel paragrafo riguardante il Museo di Fisica, non è stata trovata alcuna macchina elettrica a strofinio completa nella collezione. La macchina elettrica è stata uno strumento usato ampiamente tra la seconda metà del XVIII e nel XIX secolo, come evidenziato anche dalle numerose fonti archivistiche che riportano le spese di manutenzione e messa in funzione delle medesime.

A tal proposito, numerose sono le fonti che parlano del pagamento di “Cabasini per far girare la ruota della macchina elettrica”. A titolo di esempio, in un mandato di pagamento del 1758, si legge “. . . d'ordine del P. Beccaria Professore di tal cattedra e, come segue, P: per i Cabasini per far girar la ruota della Machina Ellettrica per tre mattinate nel teatro Notomico in tempo delle Esperienze” (figura 2.68).

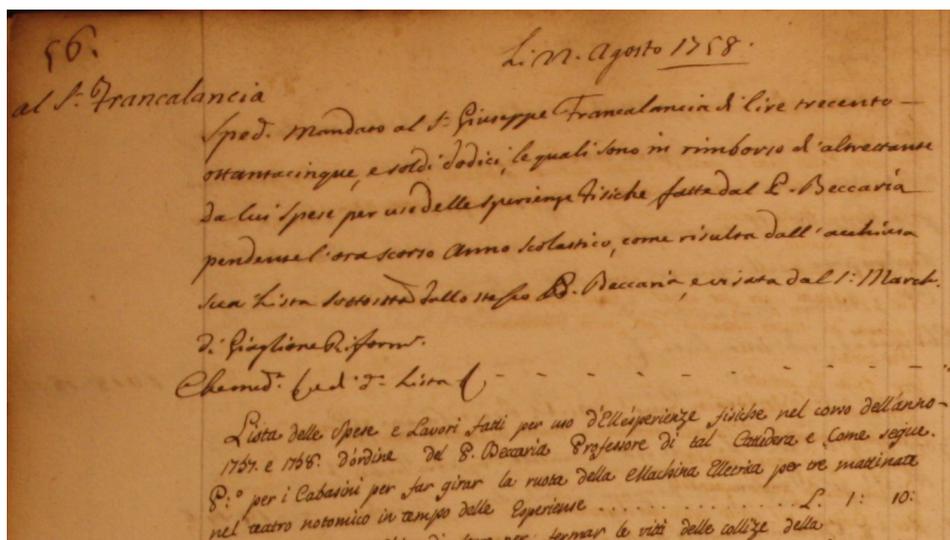


Figura 2.68: Mandato di pagamento della “macchina elettrica” (ASUT XII.C.3)

Questo documento viene mostrato anche durante l'introduzione alla visita del Museo di Fisica in quanto ci fa capire come sia cambiato il modo di fare e

Liceo	Città	Costruttore
Cavour	Torino	Bianchi
Gioberti		Loiseau
Alfieri		-
Monti		-
Baldessano-Roccati		-
Porporato		H.F. Jest
Peano-Pellico		Loiseau
Vasco-Beccaria-Govone	Mondovì	Paravia
Seminario vescovile	Mondovì	-

Tabella 2.3: Tabella riassuntiva che riporta le macchine elettriche di Ramsden identificate nelle scuole visitate della provincia di Torino e di Cuneo

insegnare fisica e, soprattutto, ci fa capire come le ricerche su fonti primarie ci permettono di risalire agli strumenti che componevano il Gabinetto all'epoca. Le macchine elettriche di Ramsden sino ad ora trovate nelle scuole della provincia di Torino e di Cuneo sono 9 e sono associate a diversi costruttori.



Figura 2.69: Macchina elettrica di Ramsden del Liceo Cavour (Torino)



Figura 2.70: Macchina elettrica di Ramsden del Liceo Gioberti (Torino)



Figura 2.71: Macchina elettrica di Ramsden del liceo Alfieri (Torino)



Figura 2.72: Macchina elettrica di Ramsden dell liceo Monti (Chieri)



Figura 2.73: Macchina elettrica di Ramsden del liceo Baldessano Roccati di Carmagnola



Figura 2.74: Macchine elettrica di Ramsden del liceo Porporato (Pinerolo)



Figura 2.75: Firma di H.F. Jest sulla macchina elettrica del liceo Porporato



Figura 2.76: Macchina elettrica di Ramsden del liceo Peano-Pellico (Cuneo)



Figura 2.77: Firma Loiseau sulla macchina elettrica del liceo Peano-Pellico



Figura 2.78: Macchina elettrica di Ramsden del Liceo Vasco, Govone, Beccaria (Mondovì)

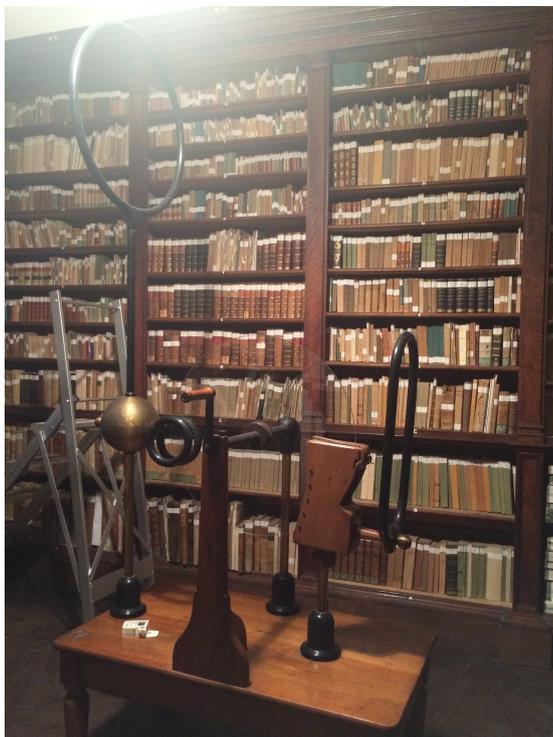


Figura 2.79: Macchina elettrica di Ramsden presso la Biblioteca diocesana del seminario vescovile di Mondovì

2.4 Conclusioni

Le mappatura delle collezioni storico-scientifiche delle scuole delle province di Torino e di Cuneo, focalizzata sui licei classici, ha permesso di stabilire quale sia il patrimonio strumentale dei più antichi licei piemontesi.

Dalla disamina delle collezioni scolastiche discussa nel capitolo 2, le collezioni che risultano più ricche e complete sono quelle dei licei Cavour, Gioberti, San Giuseppe, Valsalice, Monti di Chieri, Porporato di Pinerolo, Vasco Beccaria Govone di Mondovì, a cui si aggiunge anche la collezione del Real Collegio Carlo Alberto di Moncalieri.

Possiamo classificare le collezioni delle scuole secondo due criteri fondamentali:

- *stato di catalogazione* della collezione
- *stato di conservazione ed esposizione* degli strumenti

Le situazioni riscontrate visitando le scuole del territorio possono essere raggruppate secondo queste tipologie:

- Strumenti accatastati in mobili o scaffali nel laboratorio, senza catalogazione né attenzione all'esposizione (liceo Alfieri, liceo Sociale, liceo Baldessano-Roccati, liceo Valdese, liceo Bodoni, liceo Giolitti-Gandino, liceo Arimondi-Eula)
- Strumenti in parte esposti in vetrine e talvolta mostrati durante la lezione (liceo Massimo D'Azeglio, liceo Peano-Pellico, liceo Govone)
- Collezione esposta in vetrine espositive all'interno del laboratorio con cartellino e/o scheda dello strumento (liceo Cavour, liceo Gioberti, liceo Monti, liceo Porporato, liceo San Giuseppe, a cui si aggiunge anche la collezione del Real Collegio Carlo Alberto)
- Allestimento di un vero e proprio *museo scolastico* (MuBec di Mondovì, liceo Valsalice)

Riguardo al caso di veri e propri musei scolastici, vi è il MuBec di Mondovì, che, oltre ad avere una splendida sala espositiva, negli ultimi anni ha incrementato i momenti di coinvolgimento degli studenti e della cittadinanza, utilizzando il museo come strumenti didattico e culturale.

L'utilizzo della strumentazione e delle collezioni scolastiche è l'oggetto del terzo, ed ultimo capitolo, che intende analizzare la valenza didattica dell'utilizzo della storia della fisica.

Capitolo 3

Il patrimonio storico - scientifico nella didattica: una sperimentazione

Uno dei filoni di ricerca in Storia e didattica della Fisica ha come obiettivo quello di indagare la valenza didattica della storia della fisica e le sue possibili applicazioni.

Le ricerche in questo ambito evidenziano come l'utilizzo della storia della fisica in didattica permetta di sviluppare una miglior comprensione di concetti e metodi scientifici, connetta lo sviluppo del pensiero individuale con lo sviluppo delle idee scientifiche, sottolineando il fatto che la storia sia necessaria per capire la natura della scienza. Inoltre, esaminando la storia dei personaggi scientifici e le loro scoperte, si rende la materia meno astratta e più coinvolgente. Altro aspetto da non trascurare è il fatto che l'approccio storico consente di avere maggiori collegamenti con altre discipline [46, 66, 31].

Altro punto chiave è l'utilizzo della "non-formal education", ovvero la didattica che non si svolge in classe ma che viene attuata in luoghi non-formali, come ad esempio un museo. La progettazione di attività didattiche svolte in tale contesto, soprattutto se condotte in collaborazione con i docenti, permette di introdurre concetti e teorie a partire dal loro sviluppo storico con particolare attenzione alla strumentazione ivi esposta. [31, 27].

Proprio a partire da questi vantaggi evidenziati nelle ricerche didattiche, si è deciso di progettare alcuni percorsi didattici (non formal education) e in classe (formal education), ma sempre impostati con l'approccio storico.

La sperimentazione didattica condotta durante questo lavoro di dottorato ha previsto diversi momenti di attuazione. La prima fase è stata rivolta ai docenti. A partire da un questionario appositamente progettato per raccogliere il loro parere sull'utilizzo dell'approccio storico in didattica, si è provveduto a somministrarlo durante i momenti di incontro con i docenti, ed in particolare durante i vari momenti di formazione docenti a cui siamo stati invitati, durante

l'edizione 2017 del convegno nazionale Di.Fi.Ma. (Didattica della Matematica e della Fisica) e nel Workshop rivolto ai docenti e organizzato dal PLS Fisica Torino e dal Dipartimento di Fisica in collaborazione con il Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione dell'Università di Torino. La partecipazione a tutti questi momenti di formazione è del tutto volontaria e questo caratterizza il campione oggetto della presente ricerca come *non accidentale*, quindi rappresentativo della componente docente, e più motivato nei confronti delle sperimentazioni didattiche.

Dopo una prima analisi dei questionari, si è ritenuto importante pianificare con gli insegnanti alcuni incontri intesi come momenti di aggiornamento e confronto specifico sull'uso didattico della storia. Durante questi momenti sono state presentate alcune proposte di attività progettate con l'approccio storico, inteso non solo come attenzione per lo sviluppo storico del concetto, ma anche come momento di progettazione di attività sperimentali ispirate a strumenti antichi presenti nel Museo di Fisica o nei musei o collezioni scolastiche. Questo ha portato alla definizione di un protocollo di collaborazione con le scuole, con particolare riferimento per il liceo Gioberti, il liceo Valsalice di Torino e il liceo Vasco-Beccaria-Govone di Mondovì e all'organizzazione di visite storico-didattiche al Museo di Fisica dell'Università di Torino a beneficio di interi gruppi classe di tali scuole.

In ogni attività sperimentale, il momento iniziale ha previsto la somministrazione di un questionario appositamente progettato per sondare le pre-conoscenze e le misconcezioni degli studenti sul tema che si sarebbe andato a trattare. Il questionario iniziale si ispirava a concetti e idee storicamente radicati al fine di capire se i misconcetti degli studenti si ritrovino nell'evoluzione storica del pensiero scientifico e ricalchino gli errori fatti nel passato.

In parallelo a queste attività didattiche, si sono organizzati incontri con gruppi di studenti particolarmente interessati, intesi come formazione per l'allestimento di un museo scolastico o per l'organizzazione di una collezione di strumenti nella scuola di provenienza e per la connessa ricerca storica sugli strumenti esposti. Sono stati forniti i concetti base utili a mantenimento, pulizia e sistemazione degli strumenti; per l'allestimento e la stesura delle schede degli strumenti; e al raggiungimento di una migliore conoscenza della storia della scuola e della strumentazione preservata.

Le scuole sino ad ora coinvolte in questi percorsi sono state le seguenti:

- Liceo Sociale di Torino (par. 2.1.9), presso il quale sono stati organizzati incontri in loco con l'obiettivo di riallestire le vetrinette del laboratorio e preparare le schede degli strumenti. L'attività si è svolta al pomeriggio con un gruppo di 6 studenti interessati e seguiti dalla professoressa Caterina Cigna.
- Liceo Valsalice di Torino (par. 2.1.8), che, come visto, possiede ha un'ampia collezione di strumenti non catalogata e schedata. A tal fine, si è proposto un corso, caratterizzato da due incontri al Museo di Fisica e alcuni pomeriggi di lavoro a scuola, con il focus sul restauro e l'allestimento

di un museo scolastico. Le attività sono state coordinate con il professor Francesco Garino.

- Liceo Baldessano Roccati di Carmagnola (par. 2.1.5), che è in fase di riallestimento della sede storica. Vista la particolare situazione, si è organizzato un gruppo di studenti che si occuperà di allestire una sala-museo con la strumentazione ivi presente. Le attività sono state coordinate con la professoressa Enrica Ruffino.

3.1 Questionario e interviste ai docenti

Come detto, la prima fase delle attività è stata caratterizzata dalla compilazione del questionario rivolto ai docenti al fine di valutare le motivazioni che li spingono ad utilizzare (o meno) l'approccio storico. In quest'ottica è utile analizzare il quadro delle *Indicazioni nazionali* del MIUR per l'insegnamento della Fisica nei licei. Per il liceo scientifico si trova la seguente richiesta: *“Al termine del percorso liceale lo studente avrà appreso i concetti fondamentali della fisica, le leggi e le teorie che li esplicitano, acquisendo consapevolezza del valore conoscitivo della disciplina e del nesso tra lo sviluppo della conoscenza fisica ed il contesto storico e filosofico in cui essa si è sviluppata”*. Per il liceo classico si afferma invece che: *“al termine del percorso liceale lo studente avrà appreso i concetti fondamentali della fisica, acquisendo consapevolezza del valore culturale della disciplina e della sua evoluzione storica ed epistemologica”*. In entrambe le indicazioni, risulta forte l'attenzione all'interdisciplinarietà che l'utilizzo della storia può offrire. Infatti precisano le *Indicazioni*, *“la libertà, la competenza e la sensibilità dell'insegnante [...] svolgeranno un ruolo fondamentale nel trovare un raccordo con altri insegnamenti (in particolare con quelli di matematica, scienze, storia e filosofia) e nel promuovere collaborazioni tra la sua Istituzione scolastica e Università, enti di ricerca, musei della scienza e mondo del lavoro, soprattutto a vantaggio degli studenti degli ultimi due anni. [enfasi aggiunta]”*. In queste ultime parole troviamo riassunto uno dei principali obiettivi del lavoro di dottorato nonché una forte motivazione per i docenti ad essere coinvolti nella nostra proposta sperimentale. Non va dimenticato poi un riferimento all'*obbligo formativo* richiesto agli insegnanti, sottolineando come l'uso didattico della storia della fisica possa essere una delle tematiche che è possibile proporre negli incontri di aggiornamento insegnanti. È fondamentale, pertanto, partire da questi punti anche per analizzare i risultati dei questionari e per progettare il lavoro successivo.

Il questionario per i docenti è stato somministrato, a partire dalla primavera 2017, a docenti che partecipavano a seminari di didattica della fisica, workshop organizzati per gli insegnanti e momenti di aggiornamento (in appendice C).

Il campione totale coinvolto è di 155 Docenti (17% scuola primaria, 10 % secondaria di primo grado, 66% secondaria secondo grado e 7% non specificato nel

questionario). Si tratta, come evidente, di un campione prevalentemente auto-selezionato: in particolare, 56 questionari sono stati raccolti durante incontri di formazione a titolo volontario presso le scuole del territorio monregalese e durante un analogo incontro all'Istituto Santorre di Santarosa di Torino nel mese di marzo 2017 (l'incontro verteva sul tema dell'utilizzo didattico della storia della fisica); 32 questionari sono stati raccolti tramite compilazione on line dietro richiesta inviata nel mese di giugno 2017 alla lista di docenti che partecipano ad iniziative di orientamento offerte dal Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino; 44 questionari sono stati raccolti durante il Convegno Nazionale di Didattica della Fisica e della Matematica (DI.Fi.Ma.), tenuto a Torino nell'ottobre 2017; 23 questionari sono stati raccolti durante un workshop sul tema della valutazione del laboratorio in fisica a novembre 2017 organizzato presso l'aula Magna della Cavallerizza di Torino. Il questionario ha previsto domande a risposta multipla in scala di Likert, organizzato con affermazioni a cui assegnare un punteggio da 1 a 5, dove con 1 si indica "completo disaccordo" e con 5 "completo accordo". Inoltre erano presenti 3 item a risposta aperta per investigare più a fondo alcune considerazioni e posizioni degli insegnanti rispetto al tema. Il questionario si compone di quattro parti.

1. Il primo quesito ha inteso sondare il parere degli insegnanti sull'utilità didattica della storia. Dalle risposte ottenute risulta evidente il parere affermativo riguardo la possibilità di mostrare attraverso la storia l'evoluzione tecnologica degli strumenti (valor medio 4,06) e il legame fra intuizione fisica e sviluppo dello strumento (valor medio 4,04).

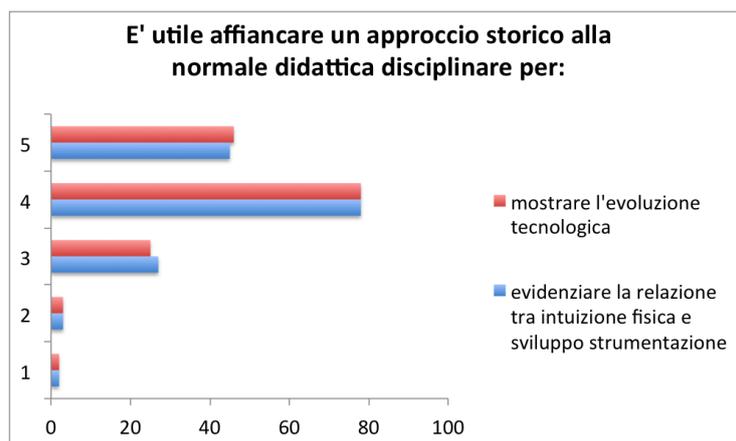


Figura 3.1: Grafico che rappresenta le risposte alle affermazioni riguardanti l'utilità dell'approccio storico in didattica della fisica

Successivamente alla risposta chiusa, si richiedeva di approfondire ulteriormente con una risposta aperta che completasse l'affermazione "É utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perchè...".

In questo caso, dei 65 docenti che hanno risposto alla domanda, 41 hanno sottolineato l'aspetto di contestualizzazione delle scoperte; 5 la possibilità di fare collegamenti con altre materie (in analogia con le Indicazioni Nazionali); non manca chi ha fatto riferimento all'aspetto motivazionale e alla capacità di suscitare interesse verso la materia, rendendo la disciplina meno astratta. In pochi (3 su 65) hanno indicato tra le loro motivazioni il legame tra la storia e lo sviluppo del pensiero scientifico, individuando il legame tra i misconcetti degli studenti con l'evoluzione delle idee, ivi inclusi errori e teorie incomplete, benchè sia invece proprio questo il punto che maggiormente evidenzia il legame tra storia delle scienze e modalità didattiche. In alcune risposte (5 su 65) viene sottolineato come, nell'esposizione dell'evoluzione storica di un concetto, di una teoria o di uno strumento, non sia da sottovalutare la presenza di teorie sbagliate ed errori, affermandone invece proprio l'utilità didattica. Dall'analisi delle parole chiave utilizzate nelle risposte, ricorrono vocaboli come "evoluzione", "progresso", "sviluppo", che riprendono i concetti delle prime due domande, ma compaiono anche i verbi "contestualizzare" e "comprendere", che vengono poi introdotti nel focus riguardante il parere dei docenti sul significato dell'approccio storico.

2. Si sono poi sondati i motivi per cui non si ritiene utile e/o possibile l'utilizzo di un approccio storico in didattica, trovando i seguenti risultati: non ritengo possibile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perchè non ne ho la preparazione (valor medio 2,12); non ritengo utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perchè non ritengo sia un fattore valorizzante (valor medio 1,52); non ritengo utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perchè porterebbe via tempo (valor medio 1,93); non ritengo utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perchè alcuni ragionamenti fatti nel passato risultano complessi e talvolta contorti, rischiando di complicare la comprensione del fenomeno (valor medio 2,19).

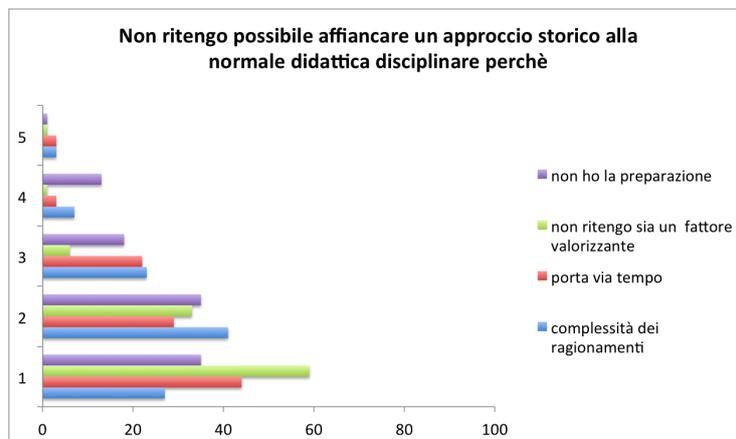


Figura 3.2: Grafico che rappresenta le risposte alle affermazioni riguardanti le motivazioni al non utilizzo dell’approccio storico in didattica della Fisica

Nel generale disaccordo vi è pertanto un maggiore accordo sul punto relativo alla mancanza da parte dei docenti di una preparazione adeguata (punto analizzato nel dettaglio nell’ultimo focus del questionario) e alla complessità intrinseca nella storia della scienza.

- La terza parte del questionario ha indagato il significato che gli insegnanti danno all’espressione “approccio storico”, ovvero cosa intende l’insegnante per impostazione della didattica con approccio storico (“L’approccio storico significa”). Anche in questo caso possiamo dedurre alcune opinioni dall’analisi delle risposte alle domande chiuse, ma sono le risposte aperte che permettono di evidenziare alcuni aspetti caratterizzanti del pensiero dei docenti sul tema. Sulle voci proposte nel questionario si trova il maggior accordo in merito a “presentare gli argomenti secondo il processo evolutivo” (ad esempio come si è evoluto il concetto di carica elettrica, oppure il concetto di calore) con un valor medio di 4,21, in accordo con le parole chiave rilevate nell’analisi dell’item sull’utilità della storia in ambito didattico. Sulle altre affermazioni troviamo i seguenti risultati: riportare indicazioni bio-bibliografiche sui diversi scienziati (valor medio 2,85), introdurre il periodo storico in cui lo scienziato ha lavorato (valor medio 3,76), proporre materiale originale in cui lo scienziato presenta il proprio pensiero (valor medio 3,38).

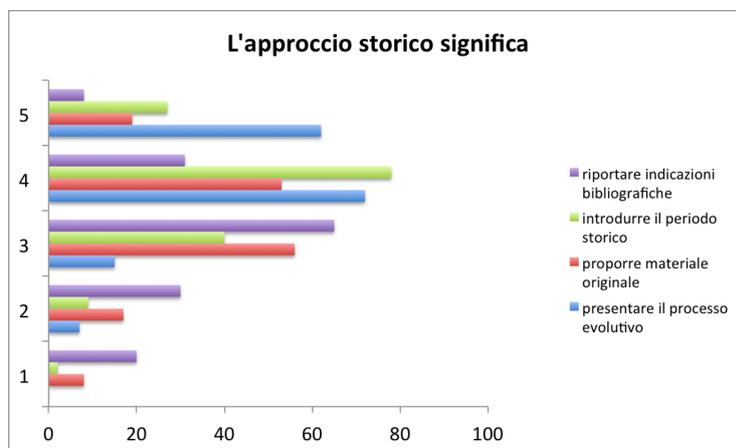


Figura 3.3: Grafico che rappresenta le risposte al significato dell' approccio storico

Inoltre, possiamo raggruppare le 32 risposte alla domanda aperta “L'approccio storico significa”, fin dal principio nelle classi di risposta: esporre il processo evolutivo, ricostruendo le tappe fondamentali che hanno portato alla teoria scientifica o alla realizzazione dello strumento (15/32); inserire la scoperta nel contesto storico-filosofico di riferimento (7/32) e sottolineare il legame con altre discipline (2/32). Solo in una risposta l'approccio storico viene associato al “raccontare aspetti della vita personale degli scienziati”. Un aspetto interessante, sottolineato in una risposta, fa riferimento alla possibilità di “legare la formula alla strumentazione”.

4. Nell'ultima parte del questionario si è voluto indagare nel dettaglio come gli insegnanti abbiano raggiunto (o meno) una preparazione utile per poter introdurre alcuni temi della fisica con un approccio storico. Dall'analisi delle risposte, essi manifestano disaccordo riguardo l'aver ricevuto una preparazione adeguata durante il percorso di laurea (valor medio 2,2) e durante il percorso di abilitazione all'insegnamento (valor medio 2,46) e completo accordo sul fatto che l'aspetto storico debba far parte di questi percorsi di studio (3,94) e/o abilitazione (4,2). Le risposte rispecchiano quanto atteso: nel percorso universitario non è infatti previsto un corso obbligatorio di storia della fisica.

Si è poi proposto, nella primavera 2019, un secondo questionario rivolto ai docenti per sondare, fra coloro che affermano di farlo, le modalità con cui viene utilizzata la storia in didattica. Il campione in questo caso è di 50 docenti ed è strutturato come segue:

- Utilizzi la storia nella didattica della fisica? (risposta chiusa sì/no)

- Con che frequenza? (risposta chiusa: mai/raramente/qualche volta/spesso)
 - Se sì, in che modo? (indicare nelle scelte che seguono la risposta con la scala di Likert)
 - * leggendo sul libro di testo le eventuali voci biografiche sugli scienziati
 - * introducendo il periodo storico in cui lo scienziato ha lavorato
 - * proponendo materiale originale in cui lo scienziato presenta il proprio pensiero
 - * presentando gli argomenti secondo l'evoluzione dei concetti
 - * facendo attività di laboratorio ispirate a strumentazione antica
 - Se no, perchè? (risposta aperta)

Ricordando che 1 indica “completo disaccordo” fino ad arrivare a 5 ovvero “completo accordo”, si riportano i risultati relativi alle modalità con cui i docenti ritengono di utilizzare l'approccio storico.

Se utilizzi la storia, in che modo ?

Modalità di utilizzo della storia in didattica	media	moda
Leggendo sul libro di testo le eventuali voci biografiche sugli scienziati	$2,6 \pm 1,1$	2
Introducendo il periodo storico in cui lo scienziato ha lavorato	$3,63 \pm 1,34$	4
Proponendo materiale originale in cui lo scienziato presenta il proprio pensiero	$2,73 \pm 1,23$	3
Presentando gli argomenti secondo l'evoluzione dei concetti	$3,85 \pm 1,38$	5
Facendo attività di laboratorio ispirate a strumentazione antica	$2,40 \pm 1,14$	2

Tabella 3.1: Risposte sulle modalità di utilizzo della storia in didattica

In conclusione, dall'analisi delle risposte dei docenti ai questionari, le motivazioni da loro addotte per motivare il non utilizzo dell'approccio storico fosse soprattutto in riferimento alla mancanza di tempo e la mancanza di preparazione.

3.2 L'attività didattica al Museo di Fisica

L'attività didattica proposta dal Museo di Fisica è rivolta all'intera classe e inizia con la somministrazione di un questionario agli studenti per sondare le loro preconoscenze sul tema che verrà affrontato e che verrà successivamente analizzato nel dettaglio. Tale questionario intende sondare le conoscenze che gli studenti hanno già, ma anche valutare se esiste una relazione fra lo sviluppo storico del concetto e le idee dello studente. Terminata questa prima fase si passa alla parte sperimentale, cercando di ricostruire alcuni degli strumenti esposti nel Museo con materiale povero; questo permette di osservare il fenomeno e di rilevare le difficoltà che si incontravano in passato nel fare una misura e che hanno portato allo sviluppo tecnologico e al perfezionamento dello strumento. L'ultima parte dell'attività prevede la visita guidata al Museo, centrata sul tema affrontato in laboratorio.

L'intera attività dura circa 3 ore e al momento vengono offerti percorsi diversificati di elettrostatica, di ottica e sui fluidi, con particolare attenzione agli effetti dell'aria e al vuoto. I percorsi prevedono 3 tavoli di lavoro della durata di 30 minuti: le attività vengono svolte in gruppi e ciascun gruppo a rotazione vede tutti gli esperimenti. I percorsi vengono proposti agli insegnanti e riadattati in base alle esigenze, ove possibile.

Uno dei percorsi maggiormente sperimentati con le classi al Museo e nelle scuole è certamente quello di elettrostatica e il motivo si identifica nel fatto che i professori di fisica che si sono susseguiti nel XVIII e XIX secolo presso l'Università di Torino hanno dedicato particolare attenzione alle ricerche in questo campo, come attestato dalla numerosità di strumenti presenti presso il Museo (ma anche presso le scuole) riguardanti questo tema. Inoltre l'elettrostatica ben si presta alla realizzazione di "simulacri" facili da realizzare con materiali poveri e di immediata comprensione, sino allo sviluppo di competenze chiave relative alla fisica.

Nell'ideare il percorso di elettrostatica si è partiti dagli strumenti presenti nel Museo, e si è arrivati alla costruzione del pendolino elettrostatico e del versorium (una sorta di primitivo elettroscopio). Essi hanno permesso l'osservazione del fenomeno dell'elettrizzazione, evidenziando sia la necessità dell'isolamento dello strumento da interazioni l'ambiente circostante (il pendolino si muove per un colpo di vento o perchè la bacchetta è carica?), sia quella della costruzione di strumenti in grado di misurare la carica (e non solo di evidenziarne la presenza). Il *versorium* venne descritto per la prima volta da William Gilbert (1544-1603) nella sua opera *De Magnete* e rappresenta il primo strumento elettrico, storicamente descritto in modo sufficientemente dettagliato. Questo permette oggi la sua ricostruzione con materiale povero, ma ispirato all'originale. La ricostruzione del versorium, secondo quanto suggerito da Andre Assis [1], è stata realizzata con un tappo di sughero per la base, un pezzo di fil di ferro come sostegno e un fermacampione per l'ago, facendolo sembrare, a prima vista, uno strumento per lo studio del magnetismo. Il versorium ricorda infatti una bussola poichè è costituito da un ago metallico che, a differenza di quello della bussola, non è magnetizzato. Ciò non è casuale poichè l'intento di Gilbert era proprio quello

*Il versorium di
Gilbert*

di realizzare una sorta di versione elettrica dell'ago magnetico della bussola. Tale strumento reagisce in modo molto visibile all'avvicinamento di un oggetto elettrizzato ed è, inoltre, di facile costruzione per gli studenti.



Figura 3.4: A sinistra: versorium di Gilbert, nel De Magnete[36]. A destra: versorium realizzato con materiale povero

Si è poi passati alla ricostruzione di un semplice elettroscopio, usando un barattolo di vetro, carta stagnola, cartone e fil di ferro: questo strumento è utile per comprendere il concetto di carica elettrica e di come storicamente si è operato per quantificare la misura di tale carica.

Un altro tavolo era dedicato alla bottiglia di Leida, primo strumento usato per accumulare carica e, pertanto, precursore dell'odierno condensatore. Si è quindi ricostruito tale strumento con bicchieri di plastica (le armature) e alluminio, e con un palloncino caricato se ne è verificato il funzionamento. Questo esperimento è utile per comprendere sia distinzione tra conduttore e isolante sia il fenomeno dell'elettrizzazione per strofinio e per contatto.



Figura 3.5: Elettroscopio costruito con materiale povero



Figura 3.6: Verifica del funzionamento della bottiglia di Leida costruita con bicchieri di plastica e alluminio

L'ultimo esperimento inserito in questo percorso è stato la ricostruzione della pila con l'utilizzo di monete, carta, alluminio e acqua salata. Si è scelto di inserirlo nel percorso perché la sua costruzione, realizzata per la prima volta da Volta, è risultata fondamentale nello sviluppo successivo della strumentazione scientifica.

Il secondo percorso, maggiormente sviluppato al liceo Gioberti, è stato quello sulla pressione. Con gli studenti del quarto anno sono stati realizzati esperimenti dimostrativi sui fluidi utilizzando la pompa a vuoto, è stato costruito il diavoletto di Cartesio e sono state condotte esperienze con bottiglie forate per introdurre la legge di Stevino e il principio di Pascal.

L'utilizzo della pompa a vuoto, presente nel laboratorio della scuola, ha permesso di riprodurre gli esperimenti di Otto von Guericke (il baroscopio e gli emisferi di Magdeburgo) e di realizzarne altri, di carattere dimostrativo, inserendo nella campana un palloncino chiuso oppure osservando l'ebollizione dell'acqua a temperatura ambiente a causa della diminuzione di pressione. Le esperienze qualitative nella campana permettono di analizzare situazioni non osservabili in natura, dando l'occasione al docente di affrontare e riprendere tematiche di base, quali il bilancio di forze e la spinta di Archimede. Sempre nella campana è stato riproposto l'esperimento di Torricelli, presente nel test iniziale proposto agli studenti e analizzato in seguito. [61]



Figura 3.7: Il baroscopio e gli emisferi di Magdeburgo

Un altro percorso didattico disponibile è centrato sull'ottica, con riferimenti sia all'ottica geometrica che all'ottica fisica. In questo percorso sono inseriti esperimenti volti ad indagare il funzionamento delle lenti e la loro applicazione nei telescopi (galileiano e kepleriano) valutandone vantaggi e svantaggi; il fenomeno della diffrazione su ostacolo e su fenditura e i fenomeni di rifrazione e riflessione. Il percorso in questione si basa sugli esperimenti di Padre Francesco Maria Grimaldi, primo osservatore del fenomeno di diffrazione, a cui ha dato il nome nel 1665, anche se saranno poi Newton, Huygens e Young a descrivere il fenomeno in tutta la sua complessità.

3.3 L'attività didattica nelle scuole

L'attività didattica sviluppata nelle scuole nasce dalla collaborazione con i docenti che hanno partecipato ai seminari di formazione che abbiamo proposto al Dipartimento di Fisica.

A partire dalle risposte dei docenti al questionario sull'utilizzo dell'approccio storico in didattica, si è ritenuto importante mostrare le modalità didattiche ed al-

cuni risultati della ricerca nel campo. Inoltre si voleva incoraggiarli a valorizzare le collezioni scientifiche presenti nelle scuole.

Da questi incontri è nata la collaborazione più stretta con il liceo Gioberti e il liceo Valsalice di Torino.

Il liceo Gioberti ha offerto ospitalità a una studentessa di Fisica, Maddalena Nicola, che ivi ha svolto lo stage e ha sviluppato il suo lavoro di tesi triennale. In questo percorso di stage abbiamo avuto la possibilità di analizzare e datare (quando possibile) gli strumenti presenti nel laboratorio (capitolo 2), di collaborare con 7 docenti di matematica e fisica della scuola e svolgere le attività sperimentali in 11 classi di quarta e quinta liceo classico, per un totale di 188 studenti.

I percorsi sperimentali sono stati proposti ai docenti nel mese di settembre 2018 e adattati in modo da consentire loro di inserirli in programmazione.

Alle classi quarte è stato proposto un percorso sui fluidi con esperimenti dimostrativi utilizzando la pompa a vuoto, la costruzione del diavoletto di Cartesio ed esperienze con le bottiglie forate per introdurre la legge di Stevino e il principio di Pascal. Alle classi quinte sono stati proposti due percorsi consecutivi e complementari: il percorso di elettrostatica (costruzione del versorium, di un elettroscopio e della bottiglia di Leida) sviluppato in modo molto simile a quello proposto al Museo, ed il percorso sulla pila di Volta.

Ogni attività, preceduta dalla compilazione di un questionario volto ad indagare le idee spontanee degli studenti e le misconcezioni legate agli esperimenti mostrati (si veda paragrafo 3.4), partiva dall'osservazione di strumenti presenti nella collezione della scuola, che sono stati mostrati a scopo dimostrativo durante gli incontri in laboratorio, curando l'eventuale legame dello strumento con l'evoluzione storica dei concetti.

Al termine di tutte le attività e a distanza di circa 6 settimane è stato proposto un post-test di elettrostatica (uguale al primo) in 2 classi quinte, i cui risultati verranno presentati ed analizzati in un successivo paragrafo.

La sperimentazione è stata svolta anche al liceo Valsalice in collaborazione con il professor Francesco Garino: si è deciso infatti di sviluppare l'unità didattica di elettrostatica in parallelo nelle sue due classi quarte.

In una classe (indirizzo del liceo scientifico) il docente ha sviluppato l'unità didattica con il metodo tradizionale; in una seconda classe (liceo scientifico con opzione scienze applicate) l'unità è stata impostata con l'approccio storico e utilizzando come punto di partenza gli esperimenti di elettrostatica.

Per valutare nel modo più oggettivo l'efficacia del metodo si è scelto di lasciare al docente il compito di sviluppare le attività, progettate insieme, in modo da non introdurre la variabile di un altro docente o persona esterna.

Nella classe sperimentale, pertanto, il punto di partenza sono stati gli esperimenti: la costruzione dell'elettroscopio, del versorium e della bottiglia di Leida che hanno portato alla distinzione tra materiale conduttori e materiali isolanti, alle diverse forme di elettrizzazione e agli strumenti per studiare tali fenomeni. Il punto di partenza è stato sempre il test sulle pre-conoscenze, che poi, dopo il laboratorio e le lezioni, a distanza di circa 6 settimane, è stato riproposto come post-test.

Liceo Gioberti

Liceo Valsalice

3.4 Indagine sulle pre-conoscenze degli studenti

Prima di ogni attività sperimentale è stato somministrato un test per sondare le pre-conoscenze degli studenti e verificare se, eventualmente, esse ricalchino lo stadio iniziale dello sviluppo storico del concetto in questione.

L'attività incentrata sull'elettrostatica è stata svolta con un totale di 245 studenti, di classe 4° o 5° di secondaria di secondo grado, sia al Museo che nei laboratori delle scuole.

In particolare, il campione si compone di 140 studenti che hanno seguito il percorso di elettrostatica al Museo di Fisica, 27 studenti che hanno partecipato allo stage estivo della durata di una settimana ed organizzato presso il Dipartimento, 45 studenti del liceo Gioberti che hanno svolto le attività a scuola e 33 studenti del liceo Valsalice.

Il sottocampione del liceo Gioberti (45 studenti) e del liceo Valsalice (33 studenti) è stato preso separatamente in considerazione in quanto questi studenti, dopo aver svolto il pre-test come tutti gli altri, hanno successivamente risposto ad un post-test (uguale a quello somministrato come pre-test) permettendo così una riflessione sull'efficacia della metodologia adottata.

Il test si compone di due parti che intendono analizzare il risultato di due esperimenti. Le domande sono state formulate in modo da collegarsi all'evoluzione storica dei concetti (vedi paragrafo successivo). Le risposte richiedono sia la scelta di Vero/Falso, sia l'esplicitazione della motivazione della scelta.

3.4.1 Riferimenti storici

Le affermazioni presenti nel test si rifanno a concezioni del passato pertinenti all'evoluzione degli studi dell'elettrostatica. In particolare, nel test sono stati proposti *distrattori* facenti riferimento al rifiuto, da parte di alcuni tra i primi sperimentatori in materia di elettricità, di quello che è stato poi definito *principio di azione-reazione*. Altri distrattori hanno riguardato il *ruolo attribuito all'aria* nel fenomeno di elettrizzazione per strofinio (intesa come causa del movimento degli oggetti ai quali viene avvicinato un oggetto elettrizzato) e il ruolo del calore nell'insorgenza dell'elettrizzazione per strofinio.

A tal proposito analizziamo brevemente le tappe che hanno portato alla comprensione dei fenomeni di attrazione in caso di strofinio di particolari materiali. Tra i primi studiosi ad indagare gli effetti del calore dell'elettrizzazione troviamo Gerolamo Cardano, che nella sua opera *De Subtilitate* (1550) elenca quelle che paiono essere le proprietà della sostanza "elettrizzabile" per eccellenza, l'ambra (figura 3.8)[16].

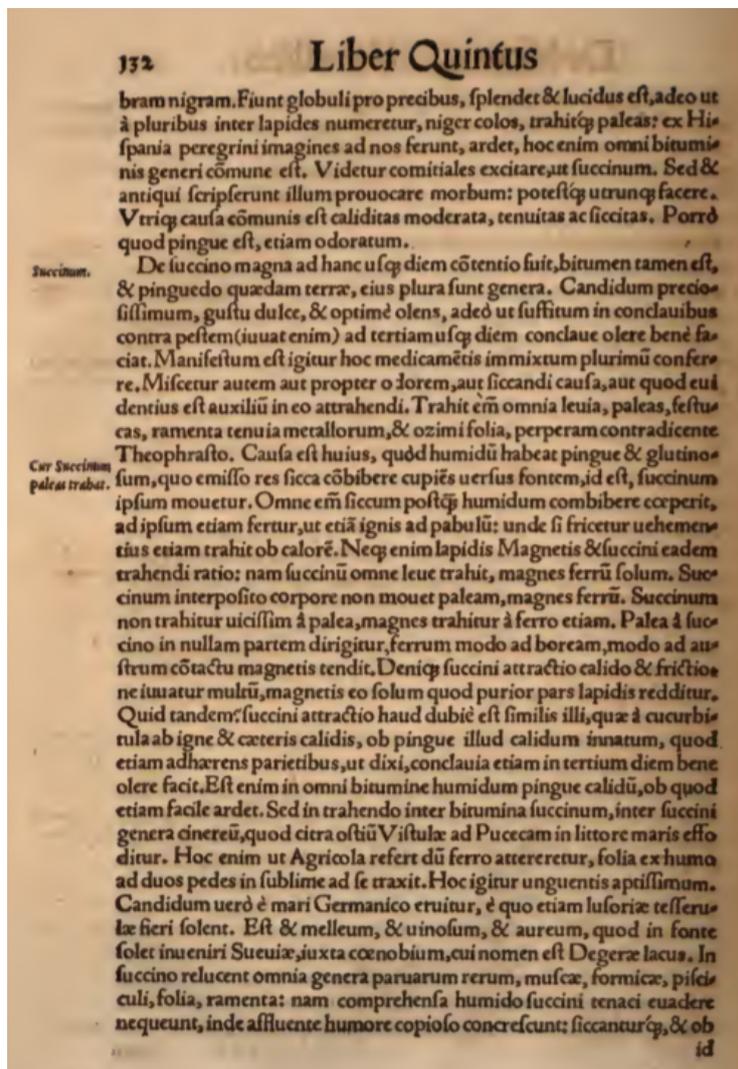


Figura 3.8: Pagina *del testo De Subtilitate* di Girolamo Cardano in cui si confrontano i fenomeni di elettrizzazione con i fenomeni di magnetismo, con particolare attenzione agli effetti del calore

Secondo Cardano valgono le seguenti proprietà:

1. L'ambra attrae qualunque cosa leggera
2. Se si frappone qualcosa, l'ambra non muove [neppure] una pagliuzza
3. L'ambra non è a sua volta attratta da una pagliuzza

4. Una pagliuzza non è mossa [dall'ambra] in una particolare direzione
5. L'attrazione dell'ambra è favorita dal calore e dalla frizione

Nella prosecuzione degli studi sugli effetti del calore si incontra quello che può essere definito il fondatore “scienza elettrica”, William Gilbert (1544-1603), il quale nella sua opera *De magnete* (1600) oltre a fornire una prima classificazione tra “elettrici” (ovvero sostanza che, per strofinio, danno luogo all'effetto dell'ambra) e “non elettrici” (sostanze che non danno tale effetto), sostiene che tale attrazione non è dovuta al “calore del fuoco”, come affermavano gli antichi. Gilbert mostra che l'attrazione si verifica solo se il calore deriva dallo strofinio. Gilbert afferma anche che, sebbene lo strofinio riscaldi ed elettrifichi un corpo, il riscaldamento da solo non produce elettrificazione. Il fatto che riscaldamento ed elettrificazione siano sempre associati quando un corpo viene strofinato è stato un elemento di disturbo per gli sperimentatori per più di un secolo dopo Gilbert.

Dopo i suoi numerosi esperimenti, Gilbert arriva a dire che il calore è necessario, ma solo il calore prodotto dallo strofinio è efficace.

Nella sua opera Gilbert affronta anche la questione del ruolo dell'aria circostante all'oggetto elettrizzato. Gilbert compì infatti esperimenti per capire se l'aria influisca sui fenomeni di attrazione arrivando a rinunciare all'idea dell'aria come mezzo che spinge un oggetto verso un “elettrico” eccitato, pur non abbandonando la ricerca della sostanza responsabile della propulsione che, presumibilmente, deve essere in diretto contatto con l'oggetto attratto.

Un altro contributo importante fu quello di Niccolò Cabeo (1586-1650), il quale nel suo libro *Philosophia Magnetica* (1629) affronta anche i fenomeni elettrici. Cabeo propone un'ipotesi, simile a quella proposta in antichità da Lucrezio, basata sull'urto: quando un “elettrico” viene riscaldato per strofinio, questo emette un effluvio che allontana l'aria circostante e qualsiasi oggetto leggero colto in questo piccolo vortice d'aria viene trasportato verso l'elettrico, con tale violenza da rimbalzare. In questo modo Cabeo cercava di spiegare l'effetto, talvolta osservato, in base al quale l'oggetto leggero avvicinato all'“elettrico” viene osservato in alcuni casi allontanarsi violentemente dall'“elettrico” dopo il contatto. Per Cabeo questo non è il risultato di quella che sarà poi compresa essere una repulsione elettrica, ma semplicemente il rimbalzo meccanico (“resilienza”) di un oggetto leggero per collisione con uno pesante: collisione e rimbalzo entrambi causati dall'aria responsabile del movimento.

Gli Accademici del Cimento cercarono, nei loro celebri *Saggi di Naturali Esperienze* (1666), senza successo di verificare gli effetti dell'aria sui fenomeni di elettrizzazione, ma per arrivare a risultati affidabili servirà la pompa a vuoto, che era stata da poco inventata in Germania da Otto von Guericke.

Un altro esperimento, a cui si ispira il secondo item del test, consisteva in un pezzo di ambra, appeso a un filo isolato così da formare un pendolo. Il pezzo di ambra veniva strofinato e gli venivano avvicinati dei piccoli oggetti, che si osservavano così muoversi verso l'ambra. Tuttavia, con questo esperimento si osservò meglio che l'attrazione elettrica è mutua, contrariamente a quanto creduto da

Gilbert, e che anche l'ambra si muove verso gli oggetti leggeri; questa situazione era stata precedentemente osservata da Honoré Fabri S.J. (1608-1688), che affermò che *non solo l'ambra attrae tutte le specie di corpi, ma essa stessa si muove verso di loro, indiscriminatamente, spinta all'emanazione untuosa*.

Dopo essere venuto a conoscenza dell'idea di Cabeo sul ruolo che l'aria, Robert Boyle (1627-1691) realizzò un esperimento in cui verificò, grazie all'uso della pompa a vuoto e dopo aver superato diversi problemi tecnici, che l'attrazione tra ambra e paglia o piuma si verifica nel vuoto così come nell'aria: "the amber would raise it without touching it, that is, would attract it".

3.4.2 Il test di elettrostatica

Sulla base di questi snodi cruciali della storia, si è progettato un test di elettrostatica composto di due parti nelle quali vengono proposti due esperimenti che fanno riferimento a quanto presentato nel paragrafo precedente (in appendice D).

La prima parte del test verte su un fenomeno che certamente lo studente ha già sperimentato, ovvero la bacchetta di plastica (che è una buona approssimazione "moderna" dell'ambra) strofinata che attrae pezzettini di carta. Nello specifico la situazione viene descritta come segue: "Una barretta di plastica viene strofinata ripetutamente con un panno di lana. Dopo aver avvicinato la penna a dei pezzettini di carta osserviamo che i pezzettini vanno ad attaccarsi alla penna." (in figura 3.9). A seguire si propongono sei affermazioni a cui lo studente deve rispondere Vero o Falso, motivando la risposta. Le affermazioni sono state progettate ispirandosi all'evoluzione storica delle idee discusse nel paragrafo precedente.

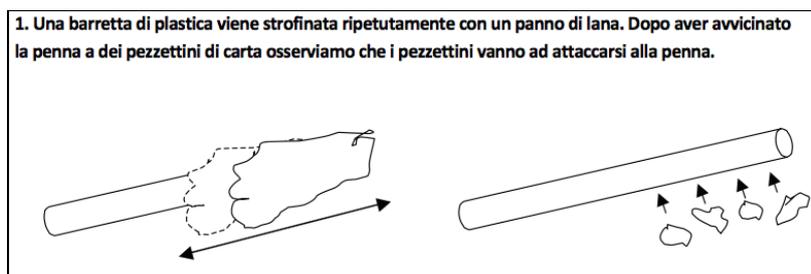


Figura 3.9: Domanda 1 del test di elettrostatica

La prima (1.a) affermazione "I pezzettini di carta esercitano un'attrazione nei confronti della barra" richiama la terza legge di Newton, concetto che tutti gli studenti che hanno compilato il test avevano già affrontato in classe. I risultati, però, rivelano difficoltà ad identificarla e riconoscerla nella situazione in questione, riproponendo una difficoltà già presente, come visto, in Cardano.

La tabella 3.2 riassume i risultati dell'analisi delle risposte a questa domanda. Il 72% del campione totale ha risposto Falso, non riconoscendo il principio di

azione-reazione. Le motivazioni date da coloro che rispondono così sono del tipo “è la barra che esercita attrazione e non il contrario”, ovvero ribadiscono quanto affermato nella domanda senza realmente motivare il fenomeno.

Andando ad analizzare nello specifico la situazione degli strumenti del Gioberti, si vede che il risultato non cambia dopo la sperimentazione: questo probabilmente è dovuto al poco tempo dedicato a questo aspetto ma anche alla difficoltà di comprensione del principio che, come dimostrano molte ricerche in didattica della fisica, spesso non viene fatto proprio dallo studente neanche con attività di laboratorio e pertanto richiede un’attenzione ed una metodologia didattica particolare.

	<i>campione totale</i>	<i>pre Gioberti</i>	<i>post Gioberti</i>	<i>pre Valsalice</i>	<i>post Valsalice</i>
<i>Vero</i>	68	7	5	15	16
<i>Falso</i>	176	38	39	18	22
<i>Non risposto</i>	1	0	0	1	0
<i>Test compilati</i>	245	45	44	34	38

Tabella 3.2: Risultati dell’analisi delle risposte al quesito 1.a (*I pezzettini di carta esercitano un’attrazione nei confronti della barra*)

Per verificare le idee sugli effetti del calore sull’elettrizzazione, nella domanda 1.b si afferma che “l’attrazione della carta è causata dal riscaldamento prodotto con lo strofinio”, proprio come sostenuto da Cardano.

Considerando il campione totale, la percentuale di studenti che afferma che l’attrazione sia causata dal calore è del 37%. Il concetto sembra quindi già compreso dalla maggior parte degli studenti, ma è comunque interessante indagare quali siano le motivazioni date da coloro, non pochi, che hanno risposto Vero: il calore aumenta l’attrazione (6%), il calore porta all’attrazione (13%), il calore causa o produce energia (8%), il riscaldamento da strofinio crea carica elettrica (15%), l’attrazione è causata dall’attrito che produce calore (6%), il riscaldamento altera la configurazione elettronica (15%).

Appare didatticamente interessante il fatto che il campione del liceo Gioberti abbia avuto nel pretest una prevalenza di risposte Vero (69 %), che è nettamente calata nel post test, arrivando al 16%. Nelle due classi in questione risulta evidente l’efficacia dell’impostazione storica e laboratoriale del fenomeno al fine di capire e identificare questo aspetto.

	<i>campione totale</i>	<i>pre Gioberti</i>	<i>post Gioberti</i>	<i>pre Valsalice</i>	<i>post Valsalice</i>
<i>Vero</i>	90	31	7	8	4
<i>Falso</i>	154	14	36	26	34
<i>Non risposto</i>	1	0	1	0	0
<i>Test compilati</i>	245	45	44	34	38

Tabella 3.3: Risultati dell'analisi delle risposte al quesito 1.b (*L'attrazione della carta è causata dal riscaldamento prodotto con lo strofinio*)

La seconda parte del test si ispira al pendolino elettrostatico, spesso presente nelle collezioni storico-scientifiche scolastiche, la situazione si presenta così: la barretta di plastica strofinata viene avvicinata a una piccola pallina di midollo di sambuco appesa a un filo di cotone. Osservo che la pallina si avvicina alla barretta, la tocca e poi si allontana. (in figura 3.10). Anche in questo caso seguono sei affermazioni a cui lo studente deve rispondere Vero o Falso, motivando la risposta.

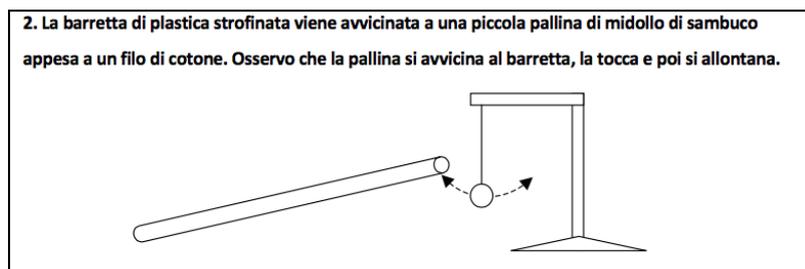


Figura 3.10: Quesito 2 del test di elettrostatica

In questa parte del test si ritiene significativa l'analisi di due distrattori, che si legano con altre due concezioni introdotte. Un primo distrattore ripropone gli effetti dell'aria: il 2.b, *“La pallina si avvicina perchè è spinta dall'aria che tende a dirigersi verso la barra a causa dell'effetto che lo strofinio ha prodotto”*.

Solamente il 17 % del campione totale ha risposto Vero all'affermazione in questione. Tra le motivazioni di coloro che hanno risposto affermativamente si registrano le seguenti: l'aria è elettrica; il movimento di aria è causato dal campo elettrico creatosi con lo strofinamento; e non essendo la pallina strofinata, non si tratta di una vera e propria attrazione.

Anche in questo caso risulta evidente l'efficacia dell'attività nel caso del Gioberti: la percentuale di risposte Vero passa dal 29% all'1%. L'affiancamento

di lezione introduttiva ed osservazione in laboratorio sembra aver portato alla comprensione del fenomeno.

	<i>campione totale</i>	<i>pre Gioberti</i>	<i>post Gioberti</i>	<i>pre Valsalice</i>	<i>post Valsalice</i>
<i>Vero</i>	41	13	2	3	2
<i>Falso</i>	202	32	42	30	35
<i>Non risposto</i>	2	0	0	1	1
<i>Test compilati</i>	245	45	44	34	38

Tabella 3.4: Risultati dell'analisi delle risposte al quesito 2.b (*La pallina si avvicina perchè è spinta dall'aria che tende a dirigersi verso la barra a causa dell'effetto che lo strofinio ha prodotto*)

In merito al distrattore ispirato a Cabeo, ancora sul fatto che la repulsione elettrica sia semplicemente il rimbalzo meccanico di un oggetto leggero per collisione con uno pesante, si è proposto il quesito 2.e (*La pallina si allontana perchè rimbalza sulla barretta*). In questo caso la quasi totalità del campione risponde correttamente, e in entrambi i casi in cui è stato svolto il post-test si è osservato un miglioramento ulteriore.

	<i>campione totale</i>	<i>pre Gioberti</i>	<i>post Gioberti</i>	<i>pre Valsalice</i>	<i>post Valsalice</i>
<i>Vero</i>	22	8	1	1	2
<i>Falso</i>	223	37	41	32	36
<i>Non risposto</i>	0	0	2	1	0
<i>Test compilati</i>	245	45	44	34	38

Tabella 3.5: Risultati dell'analisi delle risposte al quesito 2.e (*La pallina si allontana perchè rimbalza sulla barretta*)

3.5 I risultati della sperimentazione

Al termine della sperimentazione nelle due scuole, è stata condotta un'intervista ai docenti e somministrato un questionario agli studenti coinvolti per sondare il loro parere sulle attività, sull'interesse suscitato e sull'efficacia della metodologia.

Dalle risposte dei docenti emerge l'interesse verso la metodologia, di cui elencano i vantaggi ed i limiti; dai questionari compilati dagli studenti emerge sicuramente l'apprezzamento verso le attività laboratoriali.

3.5.1 Il parere dei docenti sulla sperimentazione

Al termine della sperimentazione si è realizzata un'intervista agli 8 docenti coinvolti nella sperimentazione (7 del liceo Gioberti e 1 del liceo Valsalice). La prima domanda chiedeva se essi avessero mai utilizzato l'approccio storico nell'insegnamento della fisica. La maggior parte di loro (6/8) ha risposto affermativamente; tuttavia, è emerso come spesso gli insegnanti intendano con l'approccio storico l'aver introdotto note bibliografiche o aver presentato le schede storiche proposte dal libro di testo.

Si chiedeva poi se, dopo l'esperienza fatta in collaborazione con il Dipartimento di Fisica, ritenessero effettivamente utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare: la totalità dei docenti ha risposto in modo affermativo. In particolare, alcuni hanno precisato: *"soprattutto in un liceo classico e linguistico che ha poche ore di fisica"*; *"integrare l'approccio storico anche in funzione del nuovo esame di stato"*; *"al liceo classico gli studenti hanno interesse per la storia"*, *"il problema è il tempo"*. Tornano i punti di forza e di debolezza evidenziati nel questionario iniziale rivolto ai docenti (paragrafo 3.1).

Andando nel dettaglio di queste affermazioni, si è cercato di comprendere più a fondo cosa intendessero per "utile" proponendo un certo numero di motivazioni a cui dare un punteggio secondo la scala di Likert (dove 1=completo disaccordo; 5=completo accordo). I risultati sono stati: mostrare l'evoluzione tecnologica della strumentazione (3,8), evidenziare la relazione fra intuizione fisica e sviluppo della strumentazione (3,5), motivare ed incuriosire gli studenti (4,8), oppure altro (*"perché sono argomenti multidisciplinari"*, *"perché la fisica non è un insieme di formule da studiare a memoria ma c'è un'evoluzione per far capire come si è arrivati all'idea e al modello"*, *"i ragazzi dei licei umanistici amano la storia"*, *"per permettere un approccio più giocoso e alla loro portata"*).

Alla domanda "ritiene che l'attività fatta abbia favorito la comprensione dell'argomento da parte dei suoi studenti rispetto alla tradizionale modalità didattica?", la totalità dei docenti ha risposto in modo affermativo. La risposta, però, dato il periodo di somministrazione, era basata più sulla sensazione del docente che l'analisi dei risultati scolastici relativi all'unità didattica. Parte dei docenti si è riservata infatti di confermare o meno l'affermazione dopo le verifiche della persistenza della comprensione su tempi più lunghi.

Riguardo alla possibilità di riutilizzare il materiale prodotto per le lezioni nella programmazione del successivo anno scolastico, tutti i docenti hanno risposto affermativamente.

3.5.2 Il parere degli studenti sulla sperimentazione

A tutti gli studenti coinvolti nella sperimentazione al liceo Gioberti è stata richiesta la compilazione di un questionario di valutazione sull'attività, indagando

do l'interesse e la curiosità suscitati e il loro parere riguardo il nuovo approccio didattico utilizzato.

Nella compilazione del questionario, la quale richiedeva pochi minuti, si chiedeva di associare ad ogni affermazione una valutazione secondo la scala Likert (1=completo disaccordo; 5=completo accordo).

Sono state raccolte 188 compilazioni di studenti provenienti da classi diverse, con docenti diversi e che avevano svolto la sperimentazione su questa ed altre tematiche veniva richiesto loro di focalizzarsi non tanto sull'argomento quanto sul metodo e di dare il proprio parere in merito.

Nella tabella 3.6 sono riportati in modo sintetico i risultati dell'analisi complessiva: ad ogni affermazione è attribuito il valor medio delle risposte raccolte e la moda, fattore immediato di comprensione dell'andamento.

Dai valori ottenuti possiamo affermare che la metodologia è stata apprezzata dagli studenti ed ha suscitato in loro interesse. Come si può vedere, i risultati evidenziano un valor medio di 3,9, che esprime accordo, in merito al fatto che gli argomenti siano stati interessanti, evidenziato anche dal valore della moda che ha valore 4. Lo stesso vale per il parere degli studenti in merito alla metodologia, ovvero l'efficacia dell'utilizzo dell'approccio storico, che riporta una moda di 4. All'affermazione riguardante un confronto tra la nuova metodologia e la metodologia tradizionale, le risposte non esprimono un accordo significativo ma si aggirano intorno alla risposta neutra (3): questo probabilmente è dovuto al fatto che lo studente ha visto solo un argomento con questo approccio e non esprime un parere sul fatto di aver compreso meglio, o meno, il concetto rispetto ad averlo affrontato con una lezione tradizionale.

	Media	Moda
Gli argomenti dell'attività svolta sono stati interessanti	3,89 ± 0,61	4
La metodologia utilizzata, che faceva riferimento alla storia, è stata efficace e interessante	3,72 ± 0,79	4
L'approccio storico utilizzato per introdurre i concetti fisici è stato utile per comprendere meglio l'argomento	3,53 ± 0,85	3
L'approccio storico utilizzato per introdurre i concetti fisici ha aumentato la tua curiosità verso la Fisica	3,07 ± 1,05	3

Tabella 3.6: Risultati delle risposte all'intervista finale per gli studenti del liceo Gioberti

Conclusioni

Concludo questo lavoro di tesi analizzando brevemente i risultati delle tre parti di cui si compone.

La parte storica presenta la storia dell'istituto di Fisica tra il XVIII e il XIX Secolo, analizzando le figure di professori e macchinisti che ivi hanno lavorato, le loro ricerche con particolare attenzione agli acquisti di strumenti.

Il focus risulta appunto la collezione del museo di Fisica. I punti chiave del lavoro storico sono certamente la ricostruzione della successione di professori e macchinisti, resa possibile dalla ricerca sviluppata all'Archivio Storico dell'Università di Torino e la datazione precisa di alcuni strumenti di cui si sono trovati i riferimenti nei mandati di pagamento. Il documento relativo alla macchina di Atwood oggi resta quello che mi ha dato maggiore soddisfazione, perchè mi ha permesso di trovare un legame tra una macchina di Atwood ed Enrico Jest: anche se sullo strumento in questione non abbiamo trovato la firma, di norma sempre presente negli strumenti Jest, è molto probabile che sia stata costruita da lui.

La mappatura delle collezioni delle scuole ha permesso di comprendere meglio lo sviluppo della storia della Fisica in Piemonte e di vedere strumenti non presenti nel Museo. La valorizzazione del patrimonio e l'interesse verso questa strumentazione devono essere il filo conduttore della proposta di lavoro rivolta agli insegnanti, atta ad implementare l'approccio storico nella didattica della fisica. Le interviste ai docenti hanno rilevato il loro interesse verso questa metodologia didattica ed in particolare, alla domanda riguardo la possibilità di utilizzare il materiale prodotto per le lezioni in questa modalità nella programmazione del prossimo anno scolastico, tutti i docenti hanno risposto affermativamente. In effetti ho già avuto notizia di due insegnanti che, in questo anno scolastico 2019-20, hanno iniziato l'unità didattica di elettrostatica proponendo il test e le attività sperimentali che sono state presentate in questo lavoro di tesi. Ritengo questo come la conferma che la ricerca di nuove metodologie didattiche, che ho portato avanti in questi anni di dottorato, possa effettivamente servire a stimolare nuovi approcci didattici, che mi auguro possano diffondersi ad un numero sempre maggiore di docenti.

Concludo con il commento del professor Garino del liceo Valsalice:

“La tempistica è maggiore rispetto all’approccio “classico” ma offre un taglio hands-on che credo necessario soprattutto alle scienze applicate. I ragazzi hanno bisogno di andare in laboratorio per capire meglio le cose e soprattutto nella

prima parte sull'elettricità le esperienze non sono così esaltanti, invece con questo metodo le cose cambiano. In più credo che si stimolino i ragazzi a ragionare e sviluppare il problem solving, avendo poi la possibilità di vedere la soluzione storica adottata. In più aiuta a far capire la "semplicità delle soluzioni" e il fatto che il buon scienziato non è soltanto colui che ha idee geniali ma colui che è un attento osservatore. Il metodo è assai valido, certo non può essere utilizzato per tutto, perché il grosso limite è il tempo, ma con la giusta misura può dare varietà alle lezioni a aiutare a sistemare i tasselli fondamentali per poi sviluppare l'elettromagnetismo."

Penso che con queste parole vengano nuovamente sottolineati i vantaggi dell'utilizzo della storia in didattica senza tralasciarne i limiti e le difficoltà. Ritengo pertanto, dopo il confronto con i docenti di queste due scuole e gli altri docenti che ho incontrato in questi anni, che la cosa consigliabile sia selezionare qualche argomento che si presta ad un approccio di questo tipo, anche in funzione degli strumenti che possiede la scuola, al fine di valorizzare ed arricchire le competenze dello studente, favorire l'interdisciplinarietà di tale metodo e sviluppare senso critico a riguardo.

Ritengo sia molto importante presentare la Fisica come scienza che si è costruita ed evoluta anche grazie agli errori fatti nel passato e alle necessità che l'uomo ha avuto. Spesso si dimenticano questi aspetti, dimenticando il lato più "umano" della Fisica.

Elenco delle figure

1.1	Costituzioni di sua Maestà per l'Università di Torino (1772), Titolo III, capo IV	14
1.2	Palazzo del Rettorato dell'Università di Torino	15
1.3	Elenco del macchinisti fino al 1781 (fonte: Nuova guida per la città di Torino)	17
1.4	Note sul Gabinetto di Fisica, Calendario scolastico 1826	18
1.5	Frontespizio del manoscritto "Exercitationes in Physicam", BNT K ³ -V-6	20
1.6	Informazioni bibliografiche su Padre Garro (ASUT, Adunanze 1738-1852)	22
1.7	Frontespizio del manoscritto <i>Physica</i> con riferimento a P.Garri sotto la cancellatura (BSCP, "Physica. De Rebus Physicis. Observationes, R.P.Garri", Ms (Ans) b- 37)	22
1.8	Dettaglio sulla "propositio" riguardante il vuoto e la macchina pneumatica (BSCP, manoscritto Ms (Ans)b-37, p.147)	23
1.9	L'esperimento del bambino "volante", <i>Essai sur l'électricité des corps</i> , Nollet, 1746 [52]	25
1.10	Intestazione dell'elenco di strumenti di Nollet e Francalancia sull' <i>Inventario delle Machine</i>	26
1.11	Tavola che raffigura il funzionamento del microscopio solare (Nollet, <i>Leçons de physique expérimentale</i>)	28
1.12	Riferimento al fatto che Nollet ritrova all'Università gli strumenti da lui donati nel 1739 [57]	29
1.13	Tavola che raffigura una macchina elettrica come quella di Garro (secondo Nollet), da Nollet, "Essai sur l'électricité des corps"[52]	30
1.14	Progetto di un Museo dell'Università di Torino (ASTo, Materie economiche, Istruzione pubblica, Regia Università di Torino, mazzo 5,17)	31
1.15	La camera della Fisica sperimentale nei prodi Bianchi (ASTo mazzo 5,17)	32
1.16	Elenco degli strumenti di fisica esistenti prima del progetto del Museo (ASTo, Materie economiche, Istruzione pubblica, Regia Università di Torino, mazzo 5,17)	35

1.17	Elenco degli strumenti di fisica esistenti prima del progetto del Museo (ASTo, Materie economiche, Istruzione pubblica, Regia Università di Torino, mazzo 5,17)	36
1.18	Acquisto di strumenti per il Gabinetto di Fisica fatto da Reyner nel 1733 (ASUT, Mandati di pagamento XXI.C. 1)	37
1.19	Nota spese fatte dal macchinista Reyner nel 1748 (ASUT, Mandati XII.C.2)	38
1.20	Frontespizio dell' <i>Elettricismo artificiale e naturale</i> di Beccaria (Biblioteca di Fisica del Dip. di Fisica dell'Università di Torino)	41
1.21	Porta del Gabinetto di Fisica al Palazzo del Rettorato in via Po e busto di Beccaria	41
1.22	Frontespizio del manoscritto <i>Institutiones in Physicam experimentalem</i> (BNT, K3-V-6)	43
1.23	Tavola delle Institutiones di Beccaria raffigurante il sistema solare, (BNT, K3-V-6)	44
1.24	Indice dell'Inventario delle machine (Biblioteca del Dipartimento di Fisica, Torino)	45
1.25	Dettaglio dell' <i>Inventario delle machine</i> , sezione "Inventario delle pezze appartenenti al Telescopio grande"	46
1.26	Elenco degli strumenti dati a Padre Cossu per l'Università di Cagliari (Biblioteca Fisica, <i>Inventario delle machine</i>)	48
1.27	Elenco delle spese per "Macchine per le sperienze elettriche" (ASUT, Mandati XII.C.3)	51
1.28	Mandato per "macchina aerometrica" (ASUT, Mandati di pagamento XII.C 3)	53
1.29	frontespizio di <i>Physicae experimentalis lineamenta ad subalpinos</i> , scritto da Eandi e da Vassalli Eandi	56
1.30	Frontespizio del Catalogo Jest (BSCP)	58
1.31	Primo pagamento a Enrico Jest (Mandati di pagamento XII.C 10, pp.482-483)	60
1.32	Pagamento a Jest per la costruzione di nuove macchine (ASUT, mandati XII.C.12)	61
1.33	Gratifica a Enrico Jest (Mandati di pagamento XII.C. 13)	62
1.34	Acquisti fatti dall'Abbè Follini a Molteno e Duroni di Parigi, 1821 (ASUT, Mandati di pagamento XXII.C.13)	63
1.35	Mandato di pagamento per la macchina di Atwood, costruita da Jest, del 14 gennaio 1823 (ASUT, Mandati di pagamento XII.C.15)	64
1.36	Dettaglio sulla macchina di Atwood nella <i>Copia dell'Antico inventario</i> del Gabinetto di Fisica datato 1835 (Museo di Fisica)	65
1.37	Macchina di Atwood (inv. 650, Museo di Fisica - Università di Torino)	65
1.38	Estratto del foglio matricolare di Botto nel quale si evidenzia che fu "demissionato nel 1821 senza uso dell'uniforme" (AST, R.m. uff. C.R. Genio, p. 14)	67

1.39	Acconto per acquisto di macchine ad uso del Gabinetto di Fisica al professor Botto (ASUT, Mandati di pagamento XII.C. 22, pag.122)	68
1.40	Schema del Motore di Botto, in G. Botto, Notizia sopra l'applicazione dell'Elettro-magnetismo alla Meccanica, Annali Universali di Agricoltura, di Industria e d'Arti Economiche, serie II, vol. 2 (1834), 286-89; tav. fuori testo	69
1.41	Motore di Botto del 1834 (inv. 113, Museo di Fisica dell'Università di Torino)	70
1.42	Dettaglio di pag.41 dell'Antico inventario dove si elencano le macchine elettromagnetiche di Botto (Museo di Fisica)	71
1.43	Galvanometro universale di Majocchi (inv.533, Museo di Fisica) .	72
1.44	Riferimento a Gherardi , nell'Annuario dell'Istruzione Pubblica, 1858-59	73
1.45	Etichetta della "Copia originale dell'Antico Inventario del Gabinetto di Fisica dal Maggio 1835 al 30 7bre 1873"	74
1.46	A sinistra: scampanio elettrico (inv.1, Museo di Fisica), a destra: grandine elettrica (inv. 30, Museo di Fisica)	76
1.47	Prima foto di Torino, realizzata da Enrico Jest nel 1839	77
1.48	Ritratto del sig. Piolti, scattato da Enrico Jest (Museo del Cinema, Torino, inv. F39993)	78
1.49	A sinistra: apparecchio fotografico (5829), a destra: apparecchio fotografico e accessori (6927), Museo del Cinema di Torino	79
1.50	Timbro personale di Carlo Jest (ASUT, Corrispondenza 1857-1860 fascicolo 473)	80
1.51	Carta dei locali ove era ubicata la Bottega Jest (ASUT, corrispondenza 1875, fascicolo 1)	86
1.52	Telegramma per comunicare i lavori in via Po n° 13 (ASUT, corrispondenza 1875, fascicolo 1)	86
1.53	Stato attuale della porta di via Po n° 13, da cui si accedeva alla bottega Jest	87
1.54	Nomina a Cavaliere di Carlo Jest (ASUT, Corrispondenza 1861-63, fascicolo 31)	88
1.55	Grande cerchio di Brunner (inv. 447, Museo di Fisica, Torino) .	91
1.56	Acquisto di strumenti per il Gabinetto (Gennaio 1862). (ASUT, Corrispondenza 1861-63 fascicolo 31)	92
1.57	Fosforoscopio (44), Museo di Fisica, Torino.	93
1.58	Dettaglio spese per costruttore, 20 maggio 1863 (ASUT, Corrispondenza 1861-63 fascicolo 31)	94
1.59	Elenco strumenti acquistati da Govi nel 1863.(ASUT, Corrispondenza 1861-63, fascicolo 31)	96
1.60	Banco ottica di Fresnel di costruzione Dubosq (inv. 931, Museo di Fisica, Torino)	97
1.61	Microscopio Nachet (inv. 346, Museo di Fisica, Torino)	97
1.62	Frontespizio del <i>Manuale di fisica pratica, o guida alle ricerche fisiche sperimentali</i> di Naccari e Bellati (Loescher, 1874)	99

1.63	Delibera della Giunta municipale del 5 febbraio 1879 riguardante il Consorzio (ASUT Corrispondenza 1875-1903, fascicolo 7.36) . . .	100
1.64	Frontespizio dell' <i>Inventario dei beni di proprietà del Consorzio Universitario</i> (Museo di Fisica)	102
1.65	Parere di Naccari sull'ubicazione degli Istituti contenuto nell'Adunanza della Commissione incaricata di stabilire l'ubicazione dei nuovi Istituti Universitari del 7 febbraio 1885 (ASUT, Corrispondenza 1883-1884 fascicolo 7.36)	105
1.66	Disposizione locali della Città della Scienza. L'edificio destinato agli Istituti di Fisica e Igiene è rappresentato dal quadrilatero a sinistra (ASUT, Corrispondenza 1883-1884, fascicolo7.36)	107
1.67	Disposizione degli istituti scientifici (ASUT, Corrispondenza 1883-1884, fascicolo7.36)	107
1.68	Regio Decreto 3225 del 28 giugno 1885 di approvazione della costruzione degli edifici universitari	108
1.69	Lettera di Naccari del 1895 sulla questione della linea di tramvia elettrica in prossimità della nuova sede dell'Istituto di Fisica (ASUT, Corrispondenza 1875-1903, fascicolo 7.36 cartella 172) . .	110
1.70	Cartolina degli Istituti Universitari, via Massimo d'Azeglio . . .	111
1.71	Carta dell'Esposizione generale italiana del 1898, Paravia	112
1.72	Dettaglio del poster contenente planimetria e descrizione dell'Istituto di Fisica (ASUT Corrispondenza 1894-95, fascicolo 7.36) .	113
1.73	Galvanometro a quadrante verticale, costruito da Ruhmkroff (inv. 306, Museo di Fisica)	114
1.74	“Corridoio blu” del primo piano dell'Istituto di Fisica, che ospita quattro vetrinette	116
1.75	Sala Wataghin, Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino	116
1.76	Banco di Melloni, costruito da Ruhmkorff (inv. 581, Museo di Fisica)	117
1.77	Galvanometri differenziali: a sinistra quello realizzato da Gourjon (inv. 534) e a destra quello realizzato da Jest (inv. 535)	119
1.78	Schema del posizionamento dei termoigrometri nella Sala Wataghin	121
1.79	Collocazione dei termoigrometri a diverse altezze nella vetrina 1 della Sala Wataghin	121
2.1	La legge Casati sulla Gazzetta piemontese del 18 novembre 1859	128
2.2	Carta con le scuole visitate nella provincia di Torino	130
2.3	Macchina elettrica di Topler-Holtz, Liceo Cavour di Torino . . .	131
2.4	Vetrina espositiva del liceo Cavour, dove si trova l'elettrocalamita firmata Ch. Jest	132
2.5	Via Po 18, prima sede del Liceo Gioberti	134
2.6	Carta di Torino del 1790 dove sono visibili: (1) il Rettorato dell'Università, (2) la prima sede del Liceo Gioberti e (3) l'attuale sede del Liceo	135

2.7	Pagina dell'inventario del 1870 (GLVG1) con riferimento alla vite perpetua con ruota dentata	136
2.8	Distribuzione degli strumenti per data di carico e tematica	137
2.9	Pila a corona di tazze di fabbricazione Jest, liceo Gioberti	138
2.10	Istituzione del terzo Regio Liceo di Torino, il d'Azeglio (R.D. n. 1022 del 29 giugno 1882)	139
2.11	Inventario del 1883 riferito al sottoconto Fisica, segnatura GLM-DA 27	140
2.12	A sinistra, campana per macchina da vuoto. A destra, modello di planetario	140
2.13	Istituzione del Regio liceo-ginnasio "Vittorio Alfieri" (R.D. del 18 settembre 1905, N. CCCLXIII)	141
2.14	Strumenti per lo studio dell'elettrostatica (laboratorio di fisica del liceo Alfieri)	142
2.15	Elettroscopi e bottiglie di Leida (laboratorio di fisica del liceo Alfieri)	143
2.16	Istituzione del Regio Liceo-ginnasio a Carmagnola (R.D. 5547 del 13 maggio 1888)	144
2.17	Porta del laboratorio di fisica della sede storica del liceo Baldessano Roccati	145
2.18	Strumenti per lo studio dell'elettrostatica (liceo Baldessano Roccati)	146
2.19	Istituzione del Regio liceo-ginnasio di Chieri (R.D. 21 ottobre 1909, DXXXIX)	147
2.20	Parte della sala espositiva del "laboratorio storico" del liceo Monti di Chieri	149
2.21	Pendolino elettrostatico firmato <i>Jest a Turin</i> , fissato alla batteria di bottiglie di Leida (Liceo Monti di Chieri)	150
2.22	Vetrinetta del "laboratorio storico" contenente strumenti di ottica (Liceo Monti)	150
2.23	Istituzione del Regio Liceo di Pinerolo (R.D. 27 settembre 1914, N. 1518)	151
2.24	Mappamondo e sfera armillare (liceo Porporato di Pinerolo)	152
2.25	Macchina pneumatica Babinet, firmata H. Frederic Jest a Turin, 1836 (Liceo Porporato di Pinerolo)	152
2.26	Vetrinetta collocata nel corridoio contenente strumenti di acustica (liceo Valsalice)	154
2.27	Una sala del laboratorio di fisica del liceo Valsalice che ospita parte della collezione	155
2.28	Tube di Mariotte, firmato "Jest a Turin 1859" (Istituto Sociale)	157
2.29	Gran quadro murale sinottico dimostrativo dei pesi e delle misure del sistema metrico decimale (Liceo San Giuseppe)	158
2.30	Strumenti per la fotografia (Liceo san Giuseppe)	159
2.31	Antichi galvanometri (liceo san Giuseppe)	159
2.32	Termomoltiplicatore di Melloni, noto anche come "banco di Melloni" (Liceo Valdese di Torre Pellice)	161

2.33	Modello didattico di planetario (Liceo Valdese di Torre Pellice)	161
2.34	Cartolina d'epoca raffigurante l'aula di fisica del Real Collegio Carlo Alberto	162
2.35	Foto d'epoca del Real Collegio in cui si vede una macchina di Ramsden, non più presente	163
2.36	Macchina di Atwood, di fabbricazione Jest, al Real Collegio Carlo Alberto	164
2.37	Istituto Avogadro, immagine dei primi anni del '900 (museotorino.it)	165
2.38	Vetrinetta con strumenti di meccanica dei fluidi, Istituto Avogadro	166
2.39	Carta delle scuole visitate nella provincia di Cuneo	167
2.40	Statua di G.B. Beccaria, realizzata nel 1849 dallo scultore Angelo Bruneri, nel piazzale antistante la scuola	169
2.41	Frontespizio dell' "Elettricismo atmosferico" di Beccaria (Bologna, 1758). Il frontespizio presenta in alto a destra l'iscrizione manoscritta "A. Botto Capitano del Genio 1895". Non si tratta di una dedica al professore di fisica dell'Università di Torino Giuseppe Domenico Botto, anch'egli Capitano del Genio (par. 1.2.5), bensì di un testo autografato che attesta che il volume fu proprietà di Antonio Botto, che oltre a essere Capitano del Genio presso l'Istituto Fotografico militare di Firenze, scrisse sul Giornale di Artiglieria e Genio, negli anni '70 dell'Ottocento, alcuni articoli che documentano il suo interesse per le ricerche di Beccaria.	170
2.42	Sala espositiva del MUBEC del liceo Vasco-Beccaria-Govone di Mondovì	171
2.43	Informazioni su Matteo Mondino, l'artigiano che costruì la macchina di Beccaria di Mondovì (Dizionario geografico di Casalis, pag.765)	172
2.44	Macchina elettrostatica di Beccaria, presso il Liceo Vasco-Beccaria-Govone a Mondovì	173
2.45	Macchina pneumatica di Beccaria, presso il Liceo Vasco-Beccaria-Govone a Mondovì	174
2.46	Visita al Mubec in occasione delle attività inserite nel progetto "Officina didattica 2016"	176
2.47	Targa apposta alla base della Torre a Cuneo e dedicata al professore di fisica Giovanni Cossavella	178
2.48	Laboratorio del liceo Peano-Pellico in cui sono allestite alcune esperienze con strumenti della collezione	179
2.49	Banco di Melloni (liceo Peano-Pellico)	179
2.50	La specola del liceo Peano-Pellico di Cuneo	180
2.51	Strumenti di elettrostatica: bottiglie di Leida, elettroscopio e pendolino (liceo Arimondi-Eula, Savigliano)	182
2.52	Macchina elettrica (liceo Arimondi-Eula, Savigliano)	182
2.53	Istituzione del Regio Liceo di Bra (R.D. del 23 ottobre 1930 N.1851)	184
2.54	Strumenti di elettromagnetismo (liceo Giolitti-Gandino, Bra)	185

2.55	A sinistra, bussola in legno. A destra, bobina magnetica (liceo Giolitti-Gandino, Bra)	185
2.56	Istituzione del Regio Liceo di Saluzzo (R.D. 12 settembre 1935-XIII)	186
2.57	Ingresso del liceo classico Bodoni, con insegna “Liceo ginnasio”	187
2.58	Sala del liceo Classico Bodoni di Saluzzo	187
2.59	Strumenti per lo studio dei fenomeni di elettrostatica presso la sede del liceo scientifico Bodoni di Saluzzo	188
2.60	Strumenti, tra cui un modello di planetario, esposti nel laboratorio che ospita leve trinette espositive (sede del liceo classico Bodoni, Saluzzo)	189
2.61	Istituzione del Regio Liceo di Alba (R.D. del 14 luglio 1887, N. 4827)	190
2.62	Pendolino elettrostatico firmato <i>Jest a Turin</i> (Liceo Govone di Alba)	191
2.63	Armadio della collezione scientifica del liceo Govone di Alba	192
2.64	Strumenti utilizzati per esperimenti di elettrostatica durante le lezioni (liceo Govone, Alba)	192
2.65	Sala del “museo storico dell’ITC Bonelli” dedicata agli strumenti di fisica	194
2.66	Sale della Biblioteca diocesana di Mondovì	195
2.67	Armadi dove vengono conservati gli strumenti della collezione del Seminario Vescovile	196
2.68	Mandato di pagamento della “macchina elettrica” (ASUT XII.C.3)	197
2.69	Macchina elettrica di Ramsden del Liceo Cavour (Torino)	198
2.70	Macchina elettrica di Ramsden del Liceo Gioberti (Torino)	199
2.71	Macchina elettrica di Ramsden del liceo Alfieri (Torino)	199
2.72	Macchina elettrica di Ramsden dell’liceo Monti (Chieri)	200
2.73	Macchina elettrica di Ramsden del liceo Baldessano Roccati di Carmagnola	200
2.74	Macchine elettriche di Ramsden del liceo Porporato (Pinerolo)	201
2.75	Firma di H.F. Jest sulla macchina elettrica del liceo Porporato	201
2.76	Macchina elettrica di Ramsden del liceo Peano-Pellico (Cuneo)	202
2.77	Firma Loiseau sulla macchina elettrica del liceo Peano-Pellico	202
2.78	Macchina elettrica di Ramsden del Liceo Vasco, Govone, Beccaria (Mondovì)	203
2.79	Macchina elettrica di Ramsden presso la Biblioteca diocesana del seminario vescovile di Mondovì	204
3.1	Grafico che rappresenta le risposte alle affermazioni riguardanti l’utilità dell’approccio storico in didattica della fisica	210
3.2	Grafico che rappresenta le risposte alle affermazioni riguardanti le motivazioni al non utilizzo dell’approccio storico in didattica della Fisica	212
3.3	Grafico che rappresenta le risposte al significato dell’approccio storico	213

3.4	A sinistra: versorium di Gilbert, nel De Magnete[36]. A destra: versorium realizzato con materiale povero	216
3.5	Elettroscopio costruito con materiale povero	217
3.6	Verifica del funzionamento della bottiglia di Leida costruita con bicchieri di plastica e alluminio	217
3.7	Il baroscopio e gli emisferi di Magdeburgo	218
3.8	Pagina <i>del testo De Subtilitate</i> di Girolamo Cardano in cui si confrontano i fenomeni di elettrizzazione con i fenomeni di ma- gnetismo, con particolare attenzione agli effetti del calore	221
3.9	Domanda 1 del test di elettrostatica	223
3.10	Quesito 2 del test di elettrostatica	225

Elenco delle tabelle

1.1	Elenco dei professori del Gabinetto di Fisica	17
1.2	Elenco dei macchinisti del Gabinetto di Fisica	18
1.3	Elenco di strumenti Jest conservati nel museo del cinema di Torino	78
1.4	Elenco strumenti Jest del Museo di Fisica	118
2.1	Tabella con l'elenco dei Regii Licei al 4 marzo 1865 (R.D. 4 marzo 1865, n. 2229, "Per la denominazione dei Regii Licei")	129
2.2	Strumenti Jest al Liceo Cavour di Torino	133
2.3	Tabella riassuntiva che riporta le macchine elettriche di Ramsden identificate nelle scuole visitate della provincia di Torino e di Cuneo	198
3.1	Risposte sulle modalità di utilizzo della storia in didattica	214
3.2	Risultati dell'analisi delle risposte al quesito 1.a (<i>I pezzettini di carta esercitano un'attrazione nei confronti della barra</i>)	224
3.3	Risultati dell'analisi delle risposte al quesito 1.b (<i>L'attrazione della carta è causata dal riscaldamento prodotto con lo strofinio</i>)	225
3.4	Risultati dell'analisi delle risposte al quesito 2.b (<i>La pallina si avvicina perchè è spinta dall'aria che tende a dirigersi verso la barra a causa dell'effetto che lo strofinio ha prodotto</i>)	226
3.5	Risultati dell'analisi delle risposte al quesito 2.e (<i>La pallina si allontana perchè rimbalza sulla barretta</i>)	226
3.6	Risultati delle risposte all'intervista finale per gli studenti del liceo Gioberti	228

Bibliografia

- [1] Assis A. K.T. (2010). The Experimental and Historical Foundations of Electricity.
- [2] Avataneo L. (2007). La “Città della Scienza”, in: Daniele Jalla (a cura di), Il Museo della Frutta “Francesco Garnier Valletti”, Officina Libraria
- [3] Baricco P. (1869), Torino descritta vol. 1, Paravia
- [4] Bertucci P., (2007). Viaggio nel paese delle meraviglie. Scienza e curiosità nell’Italia del Settecento, Bollati Boringhieri ed.
- [5] Bianchini P. (a cura di), Anton Maria Vassalli Eandi, Saggio sopra l’educazione e l’istruzione pubblica, Deputazione Subalpina di Storia Patria - Università di Torino, 2015
- [6] BRT (Biblioteca Reale di Torino), Storia Patria 932: Orioles, cav., Giornale di quanto avvenne alla corte di Torino, dal 1714 al 1748, f. 98
- [7] Botto G.D. (1834). Notizia sopra l’applicazione dell’Elettro-magnetismo alla meccanica. Annali universali di Agricoltura, vol. II, 286-289
- [8] Botto G.D. (1836). Note sur une machine loco-motive mise en mouvement par l’electro-magnetisme, Memorie R. Acc. Sci. Torino vol. 39, 155
- [9] Briatore L., Ramazzotti S. (1975), Appunti di storia della Fisica. Didattica e ricerca fisica nell’Ateneo Torinese nel XVIII secolo. Giornale di Fisica, Vol. XIX (3)
- [10] Briatore L., Ramazzotti S. (1978), Didattica e ricerca fisica nell’Ateneo torinese nei secoli XVIII e XIX. Anton Maria Vassalli. Giornale di Fisica, Vol. XVI (2)
- [11] Briatore L., Ramazzotti S. (1989), Silvestro Gherardi, fisico e patriota risorgimentale. Giornale di Fisica, Vol. XXX (4)
- [12] Briatore L., (1985), Didattica e ricerca fisica nell’ateneo torinese nel sec. XIX. Giuseppe Domenico Botto. Giornale di Fisica, Vol. XXVI (2)

- [13] Briatore L., Ramazzotti S. (1994), I “Vinciani” d’ Italia: Gilberto Govi, scienziato e storico. *Giornale di Fisica*, Vol. XXXV (1-2)
- [14] Cabeo N. (1629). *Philosophia Magnetica*. Ferrara: Franciscus Succhi.
- [15] Carazza B., Ceriana Mayneri M. (1991), *Inventario delle Machine - Proceeding of the eleventh International scientific instrument symposium*: Bologna University, Italy
- [16] Cardano G. (1550/2013). *De Subtilitate*. Nuremberg: Petreius. English translation: *The De Subtilitate of Girolamo Cardano* (ed. J.M. Forrester). Tempe: ACMRS.
- [17] Carpanetto D. (1998), *Scienza e arte del guarire. Cultura, formazione universitaria e professioni mediche a Torino tra Sei e Settecento*, Cuneo
- [18] *Cenni storici sulla Regia Università di Torino*, Stamperia reale, Torino, 1872.
- [19] Ceriana Mayneri M., Quarati P., Spallone R. (1995), *Jest à Turin*, CLUT
- [20] Conte A., Giacardi L. (2007). *scienza, tecnologia e politica*. in Barberis W., I Savoia. *Quattro storie per una dinastia*, Einaudi ed.
- [21] Conti S. (2013), *La fisica sperimentale nell’istruzione Sabauda del Settecento: ricerca dell’ “uniformità” e rinnovamento dei saperi*, *Annali di Storia delle Università italiane*, Vol. 17.
- [22] *Costituzioni di sua Maestà per l’Università di Torino*. (1772), Stamperia Reale, Torino
- [23] Covin A. (1873). *Torino descrizione illustrata*. Libreria Beuf, Torino.
- [24] Derossi O. (1781), *Nuova guida per la città di Torino*, Torino.
- [25] Duboin A. F. (a cura di), (1826), *Raccolta per ordine di materie delle leggi, cioè editti, patenti, manifesti, ecc. emanate negli Stati di terraferma sino all’8 dicembre 1798 dai sovrani della Real Casa di Savoia*, XIV, XVI, 672, Tipografia Baricco ed Arnaldi, Torino
- [26] Duboin A. F. (a cura di), (1847), *Raccolta per ordine di materie delle leggi, cioè editti, patenti, manifesti, ecc. emanate negli Stati di terraferma sino all’8 dicembre 1798 dai sovrani della Real Casa di Savoia*, XVI, 190, Tipografia Baricco ed Arnaldi, Torino
- [27] Falomo Bernarduzzi L., Albanesi G., Bevilacqua F. (2014). *Museum Heroes All: The Pavia Approach to School-Science Museum Interaction*. *Science & Education*, 23, 762-780.

- [28] Favino F. (2019). Minimi in «Sapienza» : François Jacquier, Thomas Le Seur e il rinnovamento dell'insegnamento scientifico allo Studium Urbis. In: *Mélanges de l'École française de Rome. Italie et Méditerranée*, tome 117, n°1. 2005. La Trinité-des-Monts dans la «République romaine des sciences et des arts». *Langue, langages et question nationale en Italie*.
- [29] Ferrarese S., Bertoni D., Dentis V., Gena L., Leone M., Rinaudo M. (2018). Microclimatic analysis in the Museum of Physics, University of Turin, Italy: a case study. *European Physical Journal Plus*, 133, 538.
- [30] Ferrone V. (2000). *La nuova Atlantide e i lumi. Scienza e politica nel Piemonte di Vittorio Amedeo III*, Claudiana ed.
- [31] Filippopoliti A., Koliopoulos D. (2014). Informal and Non-formal Education: An Outline of History of Science in Museums. *Science & Education*, 23, 781-791.
- [32] Franklin B. (1811). *The complete works in philosophy, politics, and morals of the late Dr. Benjamin Franklin*, Longmann, London
- [33] Franklin B. (1835). *The works of Dr. Benjamin Franklin*, Hickman, Baltimore
- [34] Galloni M. (1997), in Claudio Bertolotto (a cura) "Il Real Collegio e i Barnabiti a Moncalieri" Torino, Celid
- [35] Giacobini G. (a cura di), (2003). *La memoria della Scienza. Musei e collezioni dell'Università di Torino*, Università di Torino, Torino.
- [36] Gilbert, W. (1600/1893). *De Magnete*. London: Peter Short. English translation: *On the loadstone and magnetic bodies*. New York: Wiley & Sons. Heering, P. (2017). Science Museums and Science Education. *Isis*, 108(2), 399-406.
- [37] Heilbron J. L. (1984). *Alle origini della fisica moderna. Il caso dell'elettricità*, il Mulino, Bologna
- [38] Henke, A., Höttecke, D. (2015). Physics Teachers' Challenges in Using History and Philosophy of Science in Teaching, *Science & Education*, 24, 349-385.
- [39] Höttecke, D., Silva, C. (2011). Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. *Science & Education*, 20, 293-316.
- [40] Huygens C. (1690). *Traité de la lumiere*, Pierre Van Der Aa, Leiden, 3.

- [41] La Rana A., Rossi P. (2019). I fisici italiani dal Risorgimento alla Seconda Guerra Mondiale A-C. *Giornale di Fisica*, 60 (1), 1-113
- [42] Leone, M. (2014). History of Physics as a Tool to Detect the Conceptual Difficulties Experienced by Students: The Case of Simple Electric Circuits in Primary Education. *Science & Education*, 23, 923-953.
- [43] Marchis V., Cose di scienza, strumentaria e modellistica didattica nelle scuole secondarie dell'area metropolitana torinese, Torino.
- [44] Marino C., Marzari Chiesa A., Mohammad T. (2011). Gli inventari storici nella catalogazione degli antichi strumenti di Fisica dell'università di Torino; in: Montaldo S., Novaria P., *Gli archivi della scienza*
- [45] Marzari Chiesa A., Galante D., Marino C. (2008). La collezione di strumenti di fisica dell'Università di Torino. *Museologia Scientifica Memorie* 2, 287-289
- [46] Matthews, M. (2015). *Science Teaching: The Contribution of History and Philosophy of Science (20th Anniversary Revised and Expanded Edition)*. New York: Routledge.
- [47] *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, tomo XXIII, Stamperia Reale Torino 1818, XV-XVI
- [48] Montaldo S. (a cura di) (2001). *L'università e le accademie: le Scienze antropologiche, biologiche, fisiologiche, naturali, matematiche; la Medicina; la Fisica; la Chimica*, in Levra U., *Storia di Torino*, VII, 727-794, Einaudi ed.
- [49] Naso I. (2001), "Licentia et doctoratus". I gradi accademici all'università di Torino tra XV e XVI secolo, *Annali di storia delle Università italiane*, 5, 35-55
- [50] Nollet, J.A. (1738). *Programme ou idée générale d'un cours de physique expérimentale, avec un catalogue raisonné des instruments qui servent aux expériences*, Le Mercier, Paris.
- [51] Nollet, J. A. (1743-48). *lecons de physique expérimentale*, Guérin, Paris
- [52] Nollet, J. A. (1746). *Essai sur l'électricité des corps*, Paris
- [53] Nollet, J.A. (1749). *Recherches sur les causes particulières des phénomènes électriques*, Guérin, Paris.
- [54] *Nuova enciclopedia popolare ovvero Dizionario generale di scienze, lettere, arti, storia, geografia, ecc. ecc.* (1864), L'unione tipografica ed., Torino, 20, 442
- [55] Pavese, C. (2007). *Torino Energia, le politiche energetiche tra innovazione e società (1700-1930)*, a cura di V. Ferrone.

- [56] Quaderno di lavoro, La rete territoriale di Galileo (2019), Araba fenice, Boves
- [57] Quignon G.H. (1905). L'Abbé Nollet. Physicien. Son voyage en Piémont et en Italie (1749), Memoires de l'Academie des Sciences, des Lettres et des Arts d'Amiens, Tome LI, Amiens
- [58] Rinaudo, M., Leone, M., Marocchi, D., Amoroso, A. (2019) The dust catcher: discovering the educational value of the historical-scientific heritage, In: McLoughlin E., van Kampen P. (eds) Concepts, Strategies and Models to Enhance Physics Teaching and Learning. Springer, Cham, 229-238
- [59] Rinaudo, M., Leone, M., Marocchi, D., Amoroso, A. (2018). Il Museo: strumento di didattica della fisica?. In R. Bonino et al (eds.), Matematica e fisica nelle istituzioni (Atti Convegno DiFiMa 2017).
- [60] Rinaudo M., Leone M., Marocchi D., Amoroso A. (2019) The educational role of a scientific museum: a case study, Journal of Physics: Conf. Series 1287
- [61] Rinaudo M., Biglio A., Borello L. (2018) Percorso didattico sui fluidi: esperienze in laboratorio, In R. Bonino et al (eds.), Matematica e fisica nelle istituzioni (Atti Convegno DiFiMa 2017).
- [62] Roller, D. and Roller, D.H.D. (1954). The Development of the Concept of Electric Charge. Cambridge: Harvard University Press.
- [63] Rossi P. Dizionario biografico dei Fisici vol.1. <http://osiris.df.unipi.it/~rossi/Indice%20Dizionario%20I.pdf>
- [64] Rossi P. Dizionario biografico dei Fisici vol.2. <http://osiris.df.unipi.it/~rossi/Indice%20Dizionario%20II.pdf>
- [65] Tega W., (1969). Le "Institutiones inphysicam experimentalem" di Giambattista Beccaria, Rivista critica di Storia della Filosofia, 24 (2), 179-211
- [66] Texeira E. S., Greca I. M, Freire Jr O., (2012). The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: A Research Synthesis of Didactic Interventions, Science and Education,21, 771-796
- [67] Giudicio della Regia Camera d'agricoltura e di commercio di Torino sui prodotti dell'industria de' regi stati ammessi alla pubblica triennale esposizione dell'anno 1829, Torino, Tipografia Chirio e Mina
- [68] Vassalli Eandi A. M. (1816). Notizia storica di Giambattista Beccaria, Lo spettatore, 2, 101-106

- [69] Vassalli Eandi A. M. (1802). Notice sur la vie et les ouvrages d'Eandi, in Memoria Accademia delle Scienze di Torino, 12,16
- [70] Vallauri T. (1845). Storia delle Università degli studi del Piemonte, stamperia reale, Torino
- [71] Ginnasi e licei Torinesi nell'Ottocento, museotorino.it
- [72] Scuole private e religiose, museotorino.it
- [73] Liceo Classico Camillo Benso conte di Cavour, museotorino.it
- [74] Liceo classico Vincenzo Gioberti, museotorino.it
- [75] L'archivio storico del liceo Gioberti, liceogioberti.gov.it
- [76] Liceo classico Vittorio Alfieri, museotorino.it
- [77] Liceo classico Massimo D'Azeglio, museotorino.it
- [78] Il Monti e la sua storia, liceomonti.edu.it
- [79] La storia del Porporato, liceoporporato.edu.it
- [80] Cenni storici, Scuola Paritaria Salesiana Valsalice, liceovalsalice.it
- [81] Storia del Collegio San Giuseppe, collegiosangiuseppe.it
- [82] Notizie storiche sul Collegio Valdese, collegiovaldese.org
- [83] La nascita della nostra scuola, Istituto Avogadro, itisavogadro.it
- [84] Storia dell'Istituto, Liceo Vasco Beccaria Govone, iliceimondovi.edu.it
- [85] Liceo Scientifico e Classico Statale "Peano-Pellico", comune.cuneo.it
- [86] La storia del liceo Arimondi, arimondieula.gov.it
- [87] Inventario dell'Archivio del liceo classico Gandino (2008), liceidibra.com
- [88] Storia del liceo Bodoni, liceobodoni.edu.it
- [89] La nostra storia, liceo Govone (Alba), classicogovone.it
- [90] Franco Andrea Bonelli, itcbonelli.edu.it

Appendice

Appendice A.

Articolo su EPJ Plus: “Microclimatic analysis in the Museum of Physics, University of Turin, Italy: a case study”, 133 (2018), 538

Appendice B.

Articolo su volume Springer: “The dust catcher: discovering the educational value of the historical-scientific heritage” (2019), 229-238

Appendice C.

Questionario rivolto ai docenti sull'utilizzo dell'approccio storico

Appendice D.

Questionario rivolto agli studenti su concetti di elettrostatica

Appendice E.

Schede di laboratorio per lo studio dei fenomeni di elettrostatica

Eur. Phys. J. Plus (2018) **133**: 538

DOI 10.1140/epjp/i2018-12367-4

Microclimatic analysis in the Museum of Physics, University of Turin, Italy: A case-study

S. Ferrarese, D. Bertoni, V. Dentis, L. Gena, M. Leone and M. Rinaudo



Microclimatic analysis in the Museum of Physics, University of Turin, Italy: A case-study^{*}

S. Ferrarese^{1,a}, D. Bertoni¹, V. Dentis¹, L. Gena², M. Leone³, and M. Rinaudo¹

¹ Department of Physics, University of Turin, Turin, Italy

² Library of the Department of Physics, University of Turin, Turin, Italy

³ Department of Philosophy and Educational Sciences, University of Turin, Turin, Italy

Received: 29 June 2018 / Revised: 19 September 2018

Published online: 21 December 2018

© Società Italiana di Fisica / Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature, 2018

Abstract. The Museum of Physics (University of Turin) was established in 2009 and displays scientific instruments dating from the early 1700s. A monitoring microclimatic campaign has been performed in an exposing hall that houses also part of the collection of the Library of the Department of Physics. The measurements were made using 11 thermo-hygrometers during 13 months inside and outside some showcases, and an outdoor meteorological station on the building top monitored the external weather conditions. Time delays in temperature between outdoor, indoor and inside showcases environments were evaluated. The microclimatic analysis show that the showcases mitigate the daily excursions in temperature and relative humidity and that the showcase microclimatic conditions are dependent on the position in the room. Finally, a new index is proposed to compare the “goodness” of microclimate in the different sites.

1 Introduction

In the last thirty years the study and analysis of microclimate has been recognized as fundamental for the conservation of historical objects displayed in museums [1]. Many efforts have been done to individuate the correct procedure to monitoring and assuring the best conditions for the conservation [2, 3] and a reference legislation have been established [4–6].

Particular attention has been paid to the microclimatic quality evaluation in great and famous museums that are hosted in historical buildings characterized by specific environmental conditions [7–12]. However, local museums organized in regional nets, exist in large number and are an important asset for our country (Italy). Similarly as the former, also these museums display objects needing to be preserved with every care [13]. The objects are often displayed in shelves and showcases in order to be accessible to the public and it is a common practice to use the museum rooms also for other purposes, *e.g.* for meetings and conferences.

The main aim of the museum showcases is to protect the artworks from vandalism, thefts, accidental collisions and dust deposition. The showcases are essential for the exposition of small and medium-size objects, they are used in all museums, also in scientific museums where old and fragile scientific instruments are exposed and in libraries to preserve ancient books. Secondly, showcases act as filters to the abrupt variations of temperature and humidity in the external environment. The filtering action depends by the thermal capacity of the showcase and therefore by the property of the materials composing showcase. The showcase filters the variations of the microclimatic quantities inside the room and the building walls filter the variations of the same quantities outside the building. Furthermore, the building and the showcase, could hold some microclimatic forcings like heating/cooling/dehumidification systems or the lighting system.

Several authors measured microclimatic quantities inside showcases placed in museums rooms and showed that every showcase was characterized by a different response to environment forcing (among others [2, 3]), some of them suggested some indexes to evaluate the quality level of the showcase [14]. In more recent years, some authors suggested to use the thresholds from Italian Standard UNI 10829 [4] to define a Performance Index (PI) useful to evaluate the indoor microclimatic quality in a HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) controlled environment on the

^{*} Focus Point on “Past and Present: Recent Advances in the Investigation of Ancient Materials by Means of Scientific Instrumental Techniques” edited by M. Aceto, C. Grifa, C. Lubritto.

^a e-mail: silvia.ferrarese@unito.it

basis of a medium–long-term monitoring of temperature and relative humidity [15,16], while a set of four indexes was proposed in [17]. In a natural environment, not influenced by HVAC systems the) microclimatic conditions have been evaluated using PI and the daily excursion values in temperature and relative humidity in the rooms [18] and also inside the showcases [19].

The purpose of this paper is to study the microclimatic conditions in an exhibition hall of the Museum of Physics (University of Turin) and to investigate the possibility that identical showcases can be characterized by different microclimates depending only on the position of the showcase in an exhibition hall. Furthermore, a new index is proposed in order to quantify the “goodness” of microclimatic conditions inside showcase, and to compare showcase performances. At this aim, a measurement campaign was performed inside and outside identical showcases in a exhibition hall. The showcases subjected to measurement contain both old collections of scientific journals and historical-scientific instruments. The latter are made of several different materials (wood, metal, glass) and for this reason the present legislation has some limitations.

Section 2 describes the Museums of Physics, the measurement sites and the experimental setup. Section 3 presents the analysis of the raw data (sect. 3.1), the lags between time temperature series (sect. 3.2), the daily excursions (sect. 3.3) and in the last subsection (sect. 3.4) a new index is proposed for the comparison between the microclimatic performances of the various showcases. Section 4 reports the conclusions.

2 Methodology

2.1 The Museum of Physics, University of Turin

The Museum of Physics of the University of Turin was established in 2009 to preserve the collection of scientific instruments of the former Physics Cabinet of the University. Since 2017 the museum belongs to the University of Turin Museum System (SMA). As in most historical collections preserved by University-based physics museums, part of its instruments were originally acquired for teaching purposes while part of them were actual research devices [20,21]. The origin of the Cabinet collection of the University of Turin dates back to the early 1700s, under the professorships of the Cartesian Fathers J. Rome (1720–1732) and F. Garro (1732–1748). A significant contribution to the collection occurred in 1739 when the noted French physicist Abbé Nollet donated a large collection of physics instruments to Charles Emmanuel III, King of Sardinia who, in turn, gave them to the University. In the second half of the eighteenth century a major renovation in the physics research at the University of Turin, most notably in the field of electricity studies, occurred when Father G.B. Beccaria took over the chair of physics (1748–1781). The largest part of collection, however, dates back to the nineteenth century, especially under the professorships of G.D. Botto (1826–1855), G. Govi (1861–1878) and A. Naccari (1878–1916).

The Museum of Physics is located in the old building housing the Physics Department, in via Pietro Giuria, 1. The history of this building starts in the late 1870s when the University of Turin, and in particular the new Director of the Institute of Physics, A. Naccari, first highlighted the need to find appropriate spaces for the scientific Institutes of the University, then housed inside the historical headquarters of the University in Via Po, in the city center [22]. On January 29, 1885 the Italian Government, the municipality of Turin, the province of Turin and the University eventually signed a convention for the establishment of a new science campus consisting of four buildings, one of whom intended for the Institute of Physics, that was approved and implemented by the Law 3225/1885 [23] six months later. The chosen location for the new facility was an area facing the celebrated Valentino Park, where in 1884 a great International exhibition was held. The construction works of the new Institute of Physics started in 1886 and ended in 1890, however budget problems concerning equipment and furniture costs delayed the move of the Institute by almost nine years and its official inauguration occurred only in November 1898 [24].

Although the whole thick walled two-floors building was built in late 1880s, the wooden furniture was partly manufactured *ex novo* in 1898 and partly restored from the furnishings of the former home of the Institute of Physics [25]. This is especially the case of a beautiful 1st floor room now called Wataghin Hall, named after the experimental physicist Gleb Wataghin (1899–1986). At the time of the settlement of the Institute into the new building, the Wataghin Hall housed the personal library of the Professor of Physics. At present, the Wataghin Hall, besides being a sort of “state room” for meetings and receptions, houses a significant portion of the historical-scientific collection of the Museum of Physics.

The instruments now preserved by the Museum are over 1000 and are mainly devoted to the subjects of electricity and magnetism as a result of the special attention paid by the eighteenth and nineteenth century physicists in Turin toward those emerging fields. About 45% of the collection is exhibited in 23 showcases along the corridors of the ground and 1st floor and in 23 showcases in the Wataghin Hall.

The Wataghin Hall also houses part of the collection of the Library of the Department of Physics. In the upper part of the showcases bound volumes of scientific journals are located, some of which dating back to the early 1800s. This, too, is very valuable material from a historical point of view. As these volumes are not frequently requested for study or research, the showcase doors are almost always closed.

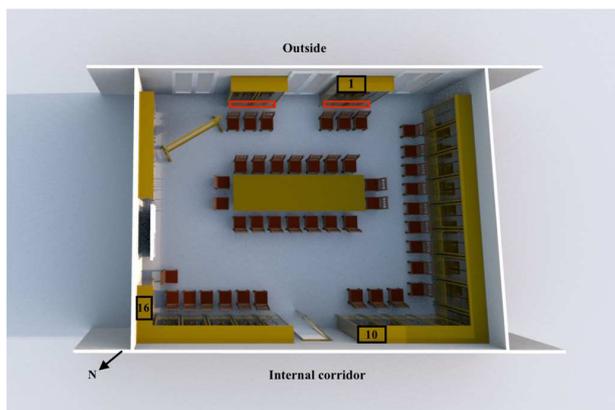


Fig. 1. Scheme of Wataghin Hall. The black rectangles show the positions of the showcases 1, 10 and 16, the red rectangles show the positions of the two radiators.

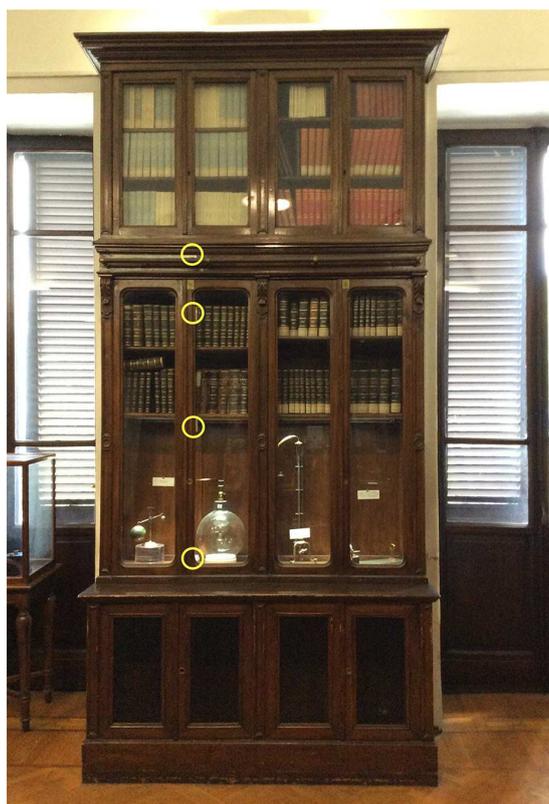


Fig. 2. A wooden cabinet: the yellow circles indicate the positions of the thermo-hygrometers.

2.2 Sampling locations and instruments

The Wataghin Hall has a rectangular shape (dimensions: 9.4×7.2 meters), height 5.9 meters, one entrance door, and three glass doors opening in three little balconies. There is also another door, that is always closed, in communication with a nearby room. The main axis of the room is oriented in SW-NE direction (fig. 1). The walls are covered by an homogenous furniture of wooden cabinets composed by an inferior body (closed door) from the ground to 0.90 m, a central showcase high about 1.65 m, and an upper showcase (fig. 2), both with glass doors. The wooden cabinets are clockwise numbered from 1 to 23. The whole furniture is 3.68 meters high. The central part preserves and exposes scientific instruments in the lower shelf, and journal collections in the middle and high shelves. In the room there are also a big table, a screen and a number of chairs.

The three doors opening towards the balcony are equipped with heavy shelters, that can be open or closed. The nearest shelter to the projection screen is always closed, the central one is frequently open, and the farther one from the projection screen is quite always open. Furthermore a big blackboard is usually located in the East room corner. Consequently only the SW portion of the furniture in the hall can be interested by direct natural radiation. The room

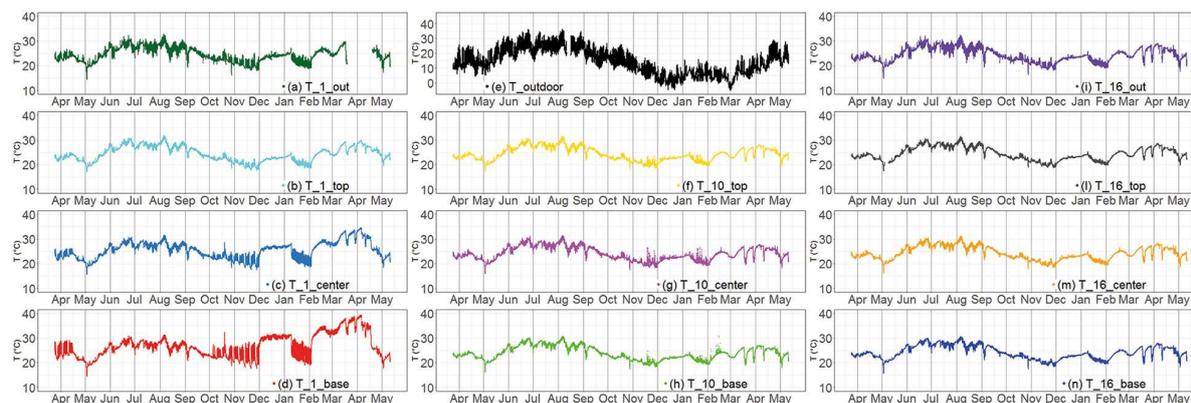


Fig. 3. Temperature: (a) outside showcase 1 (T_{1_out}); (b) inside showcase 1 - high position (T_{1_top}); (c) inside showcase 1 - center position (T_{1_center}); (d) inside showcase 1 - base position (T_{1_base}); (e) over the top of the building at the meteorological station ($T_{outdoor}$); (f) inside showcase 10 - high position (T_{10_top}); (g) inside showcase 10 - center position (T_{10_center}); (h) inside showcase 10 - base position (T_{10_base}); (i) outside showcase 16 (T_{16_out}); (l) inside showcase 16 - high position (T_{16_top}); (m) inside showcase 16 - center position (T_{16_center}); (n) inside showcase 16 - base position (T_{16_base}).

is illuminated also by an artificial lighting system that is switched on when needed. The showcases housing scientific instruments are equipped by internal LED lights that are switched on during visits.

The room is heated during cold months by a central heating system with two radiators (red squares in fig. 1) that are placed inside the inferior part of the wooden furniture between the glass doors opening in the balconies. The hall does not have a summer air conditioning system. The hall is routinely used for meetings, lessons and exams during the weekdays, while it is not frequented in the weekends and holidays. The cleaning service is usually performed in the morning, but the opening of the glass doors is not scheduled, it may depend on the weather conditions and on the personal sensitivity of the people who occasionally are in the hall.

The microclimate analysis focused at three central showcases, that are located in the hall (fig. 1) near the glass doors (showcase 1), in front of the the glass doors (showcase 10) and in a dark corner (showcase 16). The three sites are characterized by different natural radiation expositions, and different positions in the building near the external or the internal walls. In addition, the compartments below the showcase 1 houses one radiator, thus adding a further and important environmental forcing during the cold season.

Showcase 1 houses a baroscope (acquired before 1874) and a Bequerel Phosphoroscope manufactured by L.J. Duboscq Paris (acquired in 1831) in the lower shelf and *Il Nuovo Cimento* journal (1856–1899) in the middle and high shelves. In the showcase 10 there are some electrostatic pendulums (acquired in the late 1700), and *Nature* journal in the period 1916–1933. Woltmann water current meters (manufactured by Laberous et Secreton in Paris and acquired in 1874 e 1903) and *Fortschritte der Physik* journal (1959–1988), *Atti dell'Accademia dei Lincei* (1935–1958) and *Journal de physique et le radium* (1923–1962) are exposed in the showcase 16.

Some of the volumes were examined by sampling in order to assess the state of conservation: overall, the volumes are in good condition, the binding are intact, the paper is not yellowed, and no traces of mold have been found. Even after a first purely empirical observation, the microclimate of wooden showcase can be considered a good environment for the preservation of books.

Microclimatic measurements were performed during about thirteen months, from March 23rd 2017 to May 10th 2018. The main thermo-hygrometer parameters, temperature and relative humidity, were measured every 10 minutes by 11 thermo-hygrometer HOBO UX-100-011, inside the three central showcases at three different heights (0.90 m, 1.60 m and 2.19 m from the floor) and outside the showcases 1 and 16, in the room (2.54 meters from the floor, fig. 2). Outdoor meteorological data were provided by a meteorological station on the roof of the building.

3 Results

3.1 Measured data

The graphs in fig. 3 show the measured temperature by every sensor, while the relative humidity (RH) is shown in fig. 5 and the specific humidity, computed from temperature and relative humidity data, is shown in fig. 4. Figures 3, 4 and 5 are composed by twelve plots that are organized in a 4×3 grid. The left column is relative to showcase 1 (starting from the top: outside the showcase (a), inside the showcase at the top (b), center (c) and base (d)), the central column reports at the top the measures collected at the meteorological station (e) and then the data relative at the showcase 10 (inside the showcase at the top(f), center (g) and base (h)), the right column is relative to showcase 16 (starting from the top: outside the showcase (i), inside the showcase at the top (l), center (m) and base (n)).

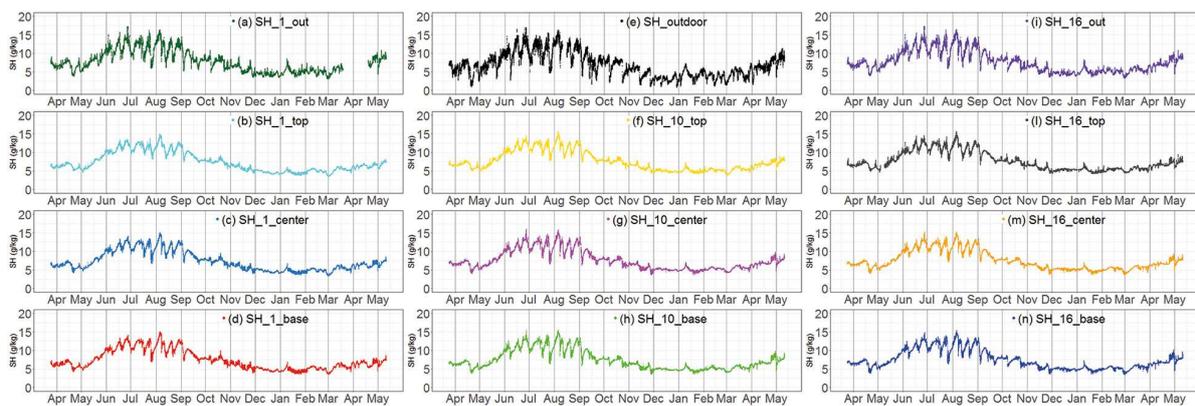


Fig. 4. Specific humidity. As in fig. 3, but for specific humidity.

External temperature (T_{outdoor} in fig. 3(e)) was governed by the seasonal and daily cycles, with wide fluctuations due to weather conditions. An example of the influence of meteorological conditions can be seen in the negative peak of the second part of February 2018 and first days of March 2018 when an incursion of cold Arctic air occurred.

Inside the room, the two installed sensors near the showcases 1 and 16 measured temperature signals (T_{1_out} in fig. 3(a) and T_{16_out} in fig. 3(i)) that were influenced by the external ones in the warm season, but they were also affected by the heating system during the cold season. The amplitude of the daily cycle inside the building is reduced respect to the external one, in reason of the massive walls. Furthermore, the two temperature series differed significantly during the cold season because the thermometer near the showcase 1 was directly affected by the radiator, while the sensor near the showcase 16, far from the heat system, measured less wide daily fluctuations.

Figures 3(a) and 3(i) show that in the room there were almost four heating system regimes:

- 1) heating system off during the warm seasons (from April 15th to October 3rd 2017, and from April 14th to May 10th 2018);
- 2) heating system on during the weekday daily hours and off during night and weekends (from March 23rd to April 14th 2017 and from October 4th to November 30th 2017);
- 3) heating system on every time (from December 1st 2017 to January 7th 2018 and from February 2nd to April 13th 2018);
- 4) heating system on during daytime and off during night (from January 8th 2018 to February 2th 2018). In the temperature series, some interruptions in the heating service, for example on March 17th-19th, 28th-29th and April 9th are recognizable.

In the showcases (figs. 3(b)–(d), 3(f)–(h), and 3(l)–(n)) during summer, the temperature depends upon the seasonal and daily cycles, the weather conditions, and in general the temperature field in the room. In the cold season, the heating system forced the temperature signals in the showcases especially in the sites near the radiator (showcase 1). In showcase 10 some fluctuations in temperature occurred in the central part of the showcase (T_{10_center} , fig. 3(g)) in the cold season, as example in the second part of November 2017 and January 2018. The origin of these fluctuations could be found in a direct light beam that went through the central shutter during winter when the Sun is low on the horizon.

The showcases behave as low-pass filters damping out the high frequency temperature changes (figs. 3(b)–(d), 3(f)–(h), and 3(l)–(n)) with meaning variations depending upon the height from the cabinet base. If during the warm season the temperature profile is quite constant, during the cold season, with the heat system on, the temperature fluctuations were higher near the base of the cabinet, this effect is particularly evident in the temperature signals collected in showcase 1 that is the most affected by the heat system located under the showcase.

Specific Humidity SH (g/kg) is independent of temperature while it depends on evaporation, condensation or transport of vapor. It was computed using Bolton parametrization [26].

Outdoor SH (SH_{outdoor} fig. 4(e)) show the typical seasonal trend with highest values during summer and lowest values in winter. The fluctuations are due to condensation, evaporation, and transport of vapor (meteorological conditions). Indoor specific humidity (SH_{1_out} and SH_{16_out} respectively in figs. 4(a) and 4(i)) was influenced by the specific humidity outdoor (fig. 4(e)) showing more limited fluctuations due to the absorption capacity of the walls and furniture. The presence in the museum room of people introduces a source of water vapor, in fact the emission due to the natural breathing and perspiration is estimated about 0.05 kg of water vapor per person every hour [3].

Inside the showcases (figs. 4(b)–(d), 4(f)–(h) and 4(i)–(m)) the fluctuations were further limited, particularly in the high shelves, by the presence of the books.

Relative Humidity RH (%) depends on SH and temperature. The measured outdoor RH values (fig. 5(e)) ranges from 12% to 100%, and their fluctuations are consequence of temperature daily cycles and meteorological weather

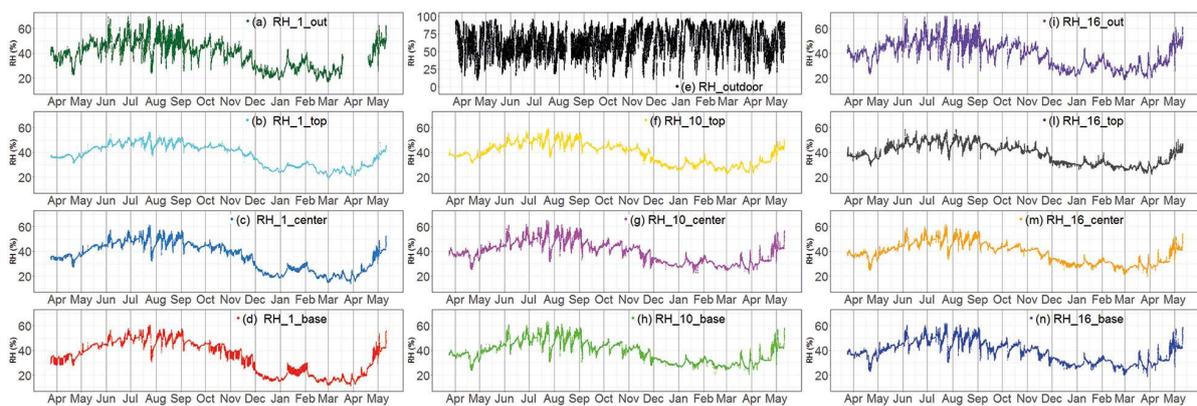


Fig. 5. Relative humidity. As in fig. 3, but for relative humidity.

Table 1. Regime 1: heating system off.

	Correlation index	Lag (minutes)
Showcase 1		
T_1.top T_1.out	0.91	100
T_1.center T_1.out	0.95	60
T_1.base T_1.out	0.94	80
T_1.out T_outdoor	0.77	20
Showcase 16		
T_16.top T_16.out	0.92	90
T_16.center T_16.out	0.94	90
T_16.base T_16.out	0.93	80
T_16.out T_outdoor	0.75	20

events. During summer the RH variability is more limited, while during winter the RH value range is wider, as consequence of the seasonal cycle.

The relative humidity measured in the room (figs. 5(a) and 5(i)) and inside the showcases (figs. 5(b)–(d), 5(f)–(h) and 5(l)–(n)) was not directly dependent on relative humidity outdoor (fig. 5(e)), but it was mainly influenced by the specific humidity during the summer months (heating system off) and by temperature in the cold months (heating system on). RH range values inside the building is more limited (18%–70%) than in the outdoor environment (12%–100%), and inside the showcases the RH range is further restricted (about 20%–60%). RH fluctuations inside the showcases are more limited in top sites respect to bottom positions as consequence of less variation in SH values.

As consequence, the building walls, the furniture and the books act in restriction of RH variability.

3.2 Time delays in temperature

Four periods of 21 days were selected during the four heating system regimes (see sect. 3.1) and the temperature data were analysed to compute the time delays between the series. In all periods the values of correlation coefficients show that temperature series inside and outside the building and the showcases were correlated.

The cross-correlation analysis in the summer period, when the environments were not perturbed by the heating system (table 1) shows that, as expected, the temperature inside the showcases was in delay respect the ones collected outside the showcases, that are themselves in delay respect the measured temperature at the meteorological station on the building roof. The evaluated delays between temperature series inside and outside the showcases 1 and 16 had comparable values around 60–100 minutes, while the building had the effect to delay the thermal signal of about 20 minutes.

In winter regime 2), when the heating system was on only during weekday daily hours (table 2), the correlation analysis show that the showcase 16 was able to dump the temperature signal for 50–70 minutes, while at the base and center of showcase 1 the delay was reduced to 10–20 minutes due to the proximity to the radiator, and in the highest shelf of showcase 1, far from the radiator, the lag was 60 minutes, comparable value with the measured delay in

Table 2. Regime 2: heating system on during the weekday daily hours and off during night and weekends.

	Correlation index	Lag (minutes)
Showcase 1		
T_1_top T_1_out	0.86	60
T_1_center T_1_out	0.96	20
T_1_base T_1_out	0.87	10
Showcase 16		
T_16_top T_16_out	0.95	50
T_16_center T_16_out	0.96	50
T_16_base T_16_out	0.93	70

Table 3. Regime 4: heating system on during daytime and off during night.

	Correlation index	Lag (minutes)
Showcase 1		
T_1_top T_1_out	0.91	80
T_1_center T_1_out	0.97	10
T_1_base T_1_out	0.92	0
Showcase 16		
T_16_top T_16_out	0.94	50
T_16_center T_16_out	0.97	50
T_16_base T_16_out	0.96	50

showcase 16. Time delays between temperature series inside and outside the building depend upon the time planning of the heating system and for this reason it give not information about the thermal behavior of the building and they are not shown in table 2.

In the cold season, when the heating system was always on (regime 3), the temperature daily cycle in the room is only slightly periodic, and the time delay in the showcases was about 20–30 minutes.

During regime 4), when heating system was on during daytime and off during night (table 3), temperature time delays were about 50 minutes in showcase 16, 80 minutes at the top shelf of showcase 1, and about 0–10 minutes at the base and center of showcase 1, in the proximity of the radiator.

Summarising, the cross correlation analysis shows that the building walls produce a time delay in the temperature time series, and an additional time delay is brought by the showcases. The showcases near the radiator are directly influenced by the heating system reducing the time delay to 0–20 minutes.

3.3 Daily excursions and comparison with normative

The normative UNI 10829 [4] reports the acceptable values of various microclimatic parameters relative to several classes of art objects. Among them there are the printed volumes, but unfortunately there are not the scientific instruments. The recommended ranges for the printed volumes are 13 °C–18 °C for temperature, 50%–60% for relative humidity and 5% is threshold for the daily excursions of relative humidity.

In the present work the recommended ranges for the absolute values were not considered because these ranges are not useful in management of a museum room usually used by people. In fact the temperature in the room depends during the warm season by the natural seasonal cycle and in the cold season by the heating system, that was, at least in intentions, planned for the benefits of people using the room. As a consequence of this, in the room and in the showcases, the temperature was quite always, during cold and warm seasons, higher than 18 °C (fig. 3). Also RH data often fall outside the permitted range. In fact the RH values were in the range 50%–60% only during summer (fig. 5).

For the daily excursion in RH the threshold of 5% was considered and for the daily excursion in temperature the value of 1.5 °C was used. This value is recommended for several classes of organic materials and in particular for wooden objects (like the showcases and parts of scientific instruments).

The temperature and RH daily excursions (respectively called in the following ΔT and ΔRH) were computed for every time series and compared with the thresholds. As an example, in fig. 6, ΔT and ΔRH in the showcase 16 are shown and they are compared with the normative thresholds. It is clear, from these plots, that the suggested normative values were often exceeded in the room and in the showcases, and at the top shelf the excursion went over the thresholds less frequently.

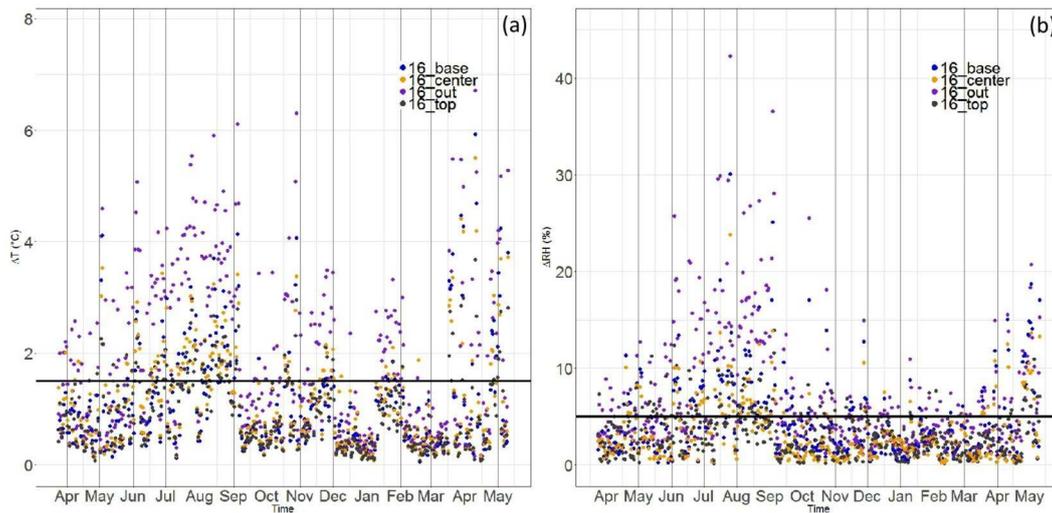


Fig. 6. ΔT (a) and ΔRH (b) in showcase 16. The black lines are the thresholds recommended by the normative.

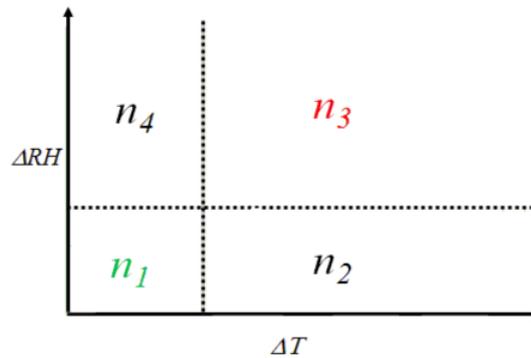


Fig. 7. Scheme showing the number of points (n_1 , n_2 , n_3 and n_4) falling in the four areas that are limited by the thresholds (horizontal and vertical dashed lines).

In order to join the information about the values of ΔT and ΔRH exceeding the thresholds, the scheme in fig. 7 was used. In this graph, ΔT and ΔRH are plotted on the two axes, the plane is divided in four areas that are limited by the normative thresholds and n_1 , n_2 , n_3 and n_4 are the number of points that fall in the different ranges. From these numbers the relative percentages ($p_1 = n_1/n_{tot}$, $p_2 = n_2/n_{tot}$, $p_3 = n_3/n_{tot}$, and $p_4 = n_4/n_{tot}$, with $n_{tot} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4$) have been computed.

ΔT and ΔRH in the showcase 16 and the relative percentages are shown in fig. 8. These plots evidence that the showcase 16 is efficient in reducing the daily excursions both in temperature and RH, and that the best microclimatic conditions occur in the high shelf.

All percentages, for all plots relative to the temperature and RH time series in the showcases 1, 10 and 16 are summarized in table 4, in the columns 1–4. The percentages in column 1 (p_1 , $\Delta T < 1.5^\circ C$, $\Delta RH < 5\%$) and column 4 (p_3 , $\Delta T > 1.5^\circ C$, $\Delta RH > 5\%$), show that the microclimatic conditions are worst in the room than inside the showcases, and other critical positions were in the center of showcase 10 and at the base and center of showcase 1.

3.4 Index

The information brought by columns 1–4 of table 4 is quite fragmented, and in order to provide a unique parameter, a new index is proposed. In the literature, several authors suggested to use the UNI 10829 [4] thresholds to identify an index useful to give information on the microclimatic conditions of the environment. Some authors [15–17] defined the PI (Performance Index) as the percentage of time in which the measured parameters lie in the required range and they calculated PI from the temperature and RH measures that were collected in a HVAC controlled environment. The authors of [18, 19] monitored the microclimatic conditions in historical buildings that were not influenced by HVAC systems and they computed PI from temperature and RH values, and in [19] the PI for the daily excursions in temperature and RH was estimated. The PI definition considers only the case when both the thresholds are respected and it is not sensible to the case when only one threshold is exceeded, nor the distribution of points near or above the threshold.

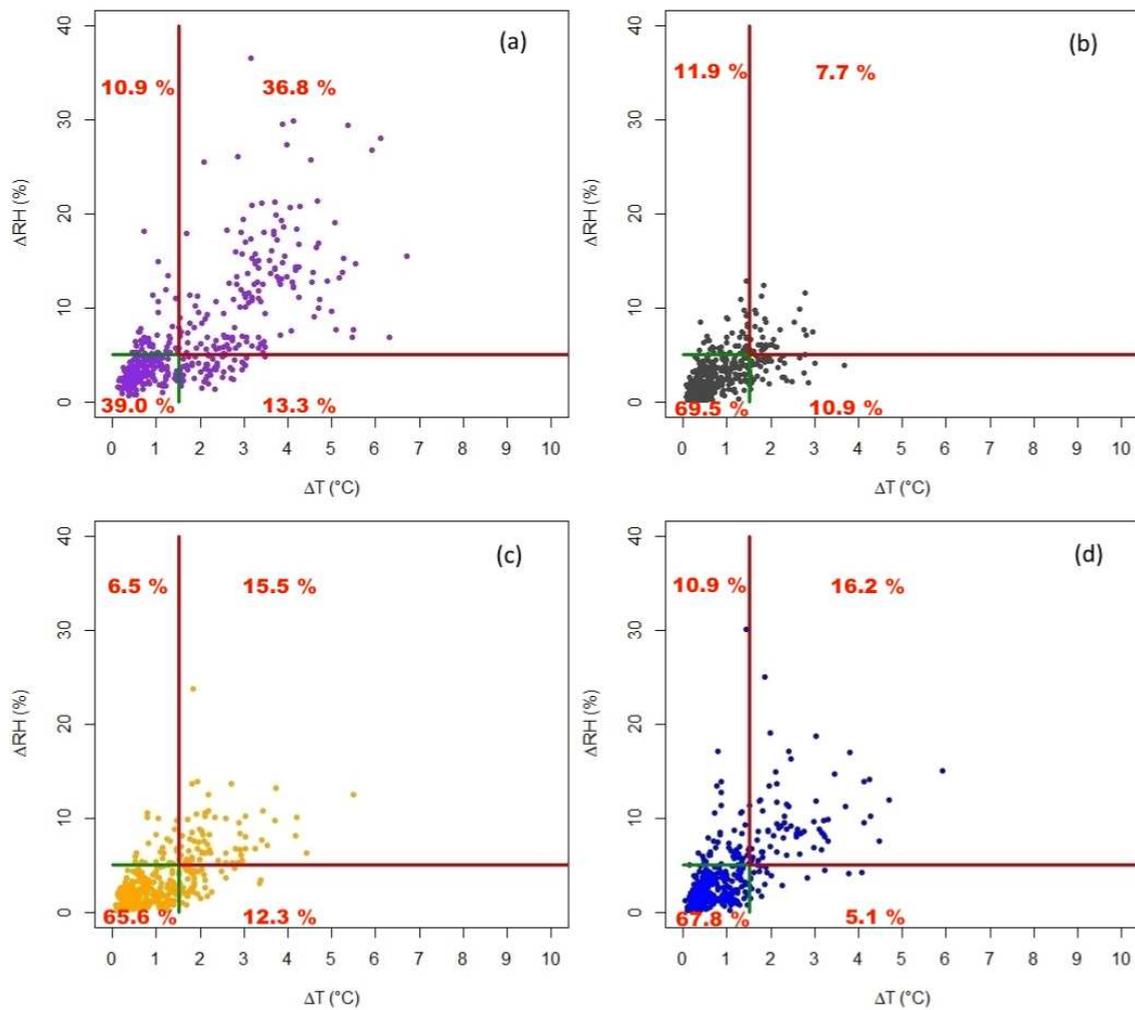


Fig. 8. ΔT and ΔRH and relative percentages in showcase 16 (a) outside (b) high position (c) center position (d) at the base.

Table 4. Percentages and IME.

	p_1 $\Delta T < 1.5^\circ\text{C}$ $\Delta RH < 5\%$	p_2 $\Delta T > 1.5^\circ\text{C}$ $\Delta RH < 5\%$	p_4 $\Delta T < 1.5^\circ\text{C}$ $\Delta RH > 5\%$	p_3 $\Delta T > 1.5^\circ\text{C}$ $\Delta RH > 5\%$	IME
1_top	67.6%	27.6%	1.0%	3.9%	0.78
1_center	48.7%	33.2%	1.9%	16.2%	0.50
1_base	39.2%	30.5%	2.2%	28.1%	0.27
1_out	34.6%	15.0%	9.9%	40.4%	0.07
10_top	68.8%	18.2%	2.2%	10.9%	0.68
10_center	54.7%	14.5%	5.6%	25.2%	0.40
10_base	68.0%	6.3%	9.4%	16.2%	0.60
16_top	69.5%	10.9%	11.9%	7.7%	0.73
16_center	65.6%	12.3%	6.5%	15.5%	0.50
16_base	67.8%	5.1%	10.9%	16.2%	0.50
16_out	39.0%	13.3%	10.9%	36.8%	0.14

Table 5. 90th percentiles.

	$P_{90} \Delta RH$ (%)	$P_{90} \Delta T$ (°C)
1_center	6.7	3.8
16_center	7.3	2.1
16_base	9.2	2.3

A new index, called IME (Index of Microclimatic Excursions), is defined as (by reference to fig. 7):

$$IME = \frac{n_1 - n_3}{n_{tot}} + \frac{n_2 + n_4}{n_{tot}} * 0.5, \quad (1)$$

where $n_{tot} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4$. IME can vary between -1 and 1 , where -1 means no skill ($n_3 = n_{tot}$) and 1 is the perfect score ($n_1 = n_{tot}$). The definition of IME means that n_1 and n_3 have weight 1 and -1 and n_2 and n_4 have weight 0.5 , in fact n_1 counts the events with both the thresholds respected, n_3 the cases when both the thresholds are exceeded, and n_2 and n_4 when only one threshold is crossed. The IME values could be useful to compare the microclimatic conditions between different sites and to understand if the showcases have different behavior due to their position in the room.

The results are shown in the 5th column of table 4. As expected, IME has lower values outside the showcases (0.07 and 0.14) than inside them, meaning that the showcases give a positive contribution in maintaining favorable conditions for the conservation of objects. The highest values are reached in the top shelves of the three showcases, and medium values in the center position. The more critical site is in showcase 1 at the base, where the proximity to the radiator is the cause of abrupt variations during the cold season. Regarding the center shelves, the sensor in showcase 10 shows lowest values, probably due to the position of the showcase, in front of the window.

IME is able to summarize the composite information of columns 1–4 of table 4, but the use of thresholds does not permit to discern between events that cross the threshold slightly or largely. For example, IME has the same value (0.50) in the two sites in showcase 16 at the base and in the center (table 4), but the excursion values are more scattered at the base (fig. 8(c)) than in the center (fig. 8(d)). The same IME value of 0.50 has been computed also with data collected in showcase 1 at center position.

In order to discern between these different cases, the distribution of the excursions in temperature (ΔT) and relative humidity (ΔRH) have been considered, fixing as reference the 90th percentile (P_{90}). The comparison between the P_{90} values permits to identify the different set distribution, in fact higher values for 90th percentile means a longer tail in the excursion distribution.

In the present work, for the three cases with IME equal to 0.50 , the P_{90} values were reported in table 5. The showcase 16 at central position was characterized by better conditions with respect to the base position because both 90th percentiles (in ΔT and ΔRH) had lower values (in agreement with figs. 8(c) and 8(d)). Showcase 1 in central position was characterized by $P_{90} \Delta RH$ value lower than the others, and by a $P_{90} \Delta T$ higher (table 5), meaning that the fluctuations in RH were more limited, but the fluctuations in temperature were larger as consequence of the nearby radiator. For this reason the microclimatic conditions in showcase 1 were worst than in showcase 16.

4 Conclusion

In this paper, a monitoring campaign in an exposition hall of the Museum of Physics (University of Turin) is presented and discussed.

Depending by the heating systems planning, four regimes were identified in the temperature data, and the time delays between the temperature time series were computed in every regime. The results showed that the building walls produced a time delay in the temperature time series of about 20 minutes and an additional time delay was brought by the showcases, that prove to be able in modifying the microclimate.

The analysis of the daily excursions in temperature and RH and their comparison with UNI 10829 thresholds showed that the microclimatic conditions were better inside the showcases than outside (in the room), and that the showcases were characterized by different microclimatic conditions depending on their position in the room. In particular, more critical conditions occurred in the sites near the radiator when the heating system was on, and in the site exposed to direct natural light.

In order to provide a parameter that could be able to properly compare the microclimates inside the showcases, a new index (IME) was proposed. Its definition is based upon the UNI 10829 thresholds and it considers the time in which ΔT and ΔRH are lower or higher than the thresholds, and also the distance from the thresholds (analysing P_{90} values).

Some indexes have been proposed in scientific literature considering the percentage of time in which the measured parameters, usually T , RH, ΔT and ΔRH , lie in the required ranges [15–19]. Respect to these indexes, IME definition is more complete because it considers the four percentages, when both thresholds are respected, or only one, or none.

Recently, a number of long time microclimatic campaigns were performed in famous libraries and museums collecting continuous temperature and RH datasets (among others, [12, 27, 28]), without data analysing with a microclimatic index. In that cases, the application of an index, like *IME*, could give more information about the microclimatic conditions.

From the present work, two operative suggestions can be derived for Wataghin hall: firstly, the more vulnerable and ancient objects should be exposed in showcases and sites where *IME* has higher values, and secondly, the heating system has to be adjusted with the aim to avoid damages for the displayed object.

This work underlines also two more general considerations. The normative does not include the suggested thresholds values for the conservation of scientific instruments, that would have been interesting in a museum displaying scientific instruments and that would be advisable to know. Furthermore, it is important that the microclimate is monitored inside the individual showcases because the microclimatic conditions depend not only on the material composition of the showcase but also on his position in the room. The use of an index can be useful to compare the microclimatic conditions in the different showcases and to organize the exhibition of the objects.

References

1. E. Lucchi, *J. Cult. Herit.* **29**, 180 (2018).
2. D. Camuffo, *Microclimate for Cultural Heritage* (Elsevier, New York, 2014) p. 560.
3. A. Bernardi, *Microclimate Inside Cultural Heritage Buildings* (Il Prato, Padova, 2008) p. 171.
4. UNI 10829, *Beni di interesse storico artistico - Condizioni ambientali di conservazione, misurazione ed analisi* (Italian Standard UNI, 1999).
5. UNI 10969, *Beni culturali - Principi generali per la scelta e il controllo del microclima per la conservazione* (Italian Standard UNI, 2002).
6. CEN 15757, *Conservation of cultural property - Specifications for temperature and relative humidity to limit climate-induced mechanical damage in organic hygroscopic materials* (Standard EN, 2010).
7. D. Camuffo, P. Briblecombe, R. Van Grieken, H. Busse, G. Sturaro, A. Valentino, A. Bernardi, N. Blades, D. Shooter, L. De Bock, K. Gysels, M. Wieser, O. Kim, *Sci. Tot. Environ.* **236**, 135 (1999).
8. D. Camuffo, R. Van Grieken, H. Busse, G. Sturaro, A. Valentino, A. Bernardi, N. Blades, D. Shooter, K. Gysels, F. Deutsch, M. Wieser, O. Kim, U. Ulrych, *Atmos. Environ.* **35**, 127 (2001).
9. D. Camuffo, A. Bernardi, G. Sturaro, A. Valentino, *J. Cult. Herit.* **3**, 155 (2002).
10. K. Gysels, F. Delalieux, F. Deutsch, R. Van Grieken, D. Camuffo, A. Bernardi, G. Sturaro, H. Busse, M. Wiese, *J. Cult. Herit.* **5**, 221 (2004).
11. M. La Gennusa, G. Rizzo, G. Scaccianoce, F. Nicoletti, *J. Cult. Herit.* **6**, 147 (2005).
12. K. Fabbri, M. Pretelli, *Energy Build.* **76**, 15 (2014).
13. F. Balletti, A. Lo Monaco, C. Pelosi, *Proceedings 4th International Congress on Science and Technology for the Safeguard of Cultural heritage in the Mediterranean Basin Cairo Egypt 2009* (Grafica Elettronica, Napoli, 2010) pp. 499–506.
14. D. Camuffo, G. Sturaro, A. Valentino, *Thermochim. Acta* **365**, 65 (2000).
15. S.P. Corgnati, V. Fabi, M. Filippi, *Build. Environ.* **44**, 1253 (2009).
16. S.P. Corgnati, M. Filippi, *J. Cult. Herit.* **11**, 345 (2010).
17. E. Schito, D. Testi, W. Grassi, *Buildings* **4**, 41 (2016).
18. M. Andretta, F. Coppola, L. Seccia, *J. Cult. Herit.* **17**, 75 (2016).
19. F. Sciurpi, C. Carletti, G. Cellai, L. Pierangioli, *Energy Build.* **95**, 190 (2015).
20. D. Galante, C. Marino, A. Marzari Chiesa, *Museol. Sci. Mem.* **2**, 287 (2008).
21. M. Rinaudo, M. Leone, A. Amoroso, D. Marocchi, *Proceedings Di.Fi.Ma. 2017* (Graphot, Torino, 2018) pp. 240–247.
22. ASCT 1887, *Archivio Storico della Città di Torino, Affari e Lavori Pubblici 1849-1907*, cartella 164 bis fascicolo 8 (1887).
23. Law 3225/1885, in *Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia*, Vol. **163** (1885).
24. ASUT 1898-99a, *Archivio Storico dell'Università di Torino*, Corrispondenza 1898-1899, fascicolo VII.14.
25. ASUT 1898-99b, in *Annuario accademico per l'anno 1898-99*, Vol. **13** (Stamperia reale, Torino, 1899).
26. D. Bolton, *Mon. Weather Rev.* **108**, 1046 (1980).
27. J. Ferdyn-Grygierek, *Build. Environ.* **107**, 113 (2016).
28. L.D. Pereira, A.R. Gaspar, J.J. Costa, *Energy Proc.* **133**, 257 (2017).

Appendice B

The Dust Catcher: Discovering the Educational Value of the Historical Scientific Heritage



Antonio Amoroso , Matteo Leone , Daniela Marocchi 
and Marta Rinaudo 

Abstract The purpose of this work is to present a physics education project, conducted at the University of Turin, whose goal is studying the educational significance of the history of physics and, in particular, of the history of scientific instruments. In this project, the survey of the scientific collection of the Museum of Physics of the University of Turin is followed by a census of the collections of physics instruments of historical-scientific interest preserved by a sample of schools in Piedmont. This study discusses the third part of the project which is devoted to exploring the expectations of in-service teachers on the usefulness of the history of physics for educational purposes and to designing and testing hands-on activities on electric phenomena inspired by the historical devices preserved by the Museum of Physics. In this paper we present the preliminary results of this latest part of the project. The aim of this project is to show that the dusty equipment in the old Physics Cabinets of Universities and schools, if appropriately studied and re-designed, could once again serve an educational function—that is they might provide us with a better insight into student’s prior knowledge and at the same time promote a better understanding of physical sciences.

Keywords History of physics · Historical scientific heritage · Museum of physics

A. Amoroso · D. Marocchi · M. Rinaudo (✉)
Department of Physics, University of Turin, Turin, Italy
e-mail: marta.rinaudo@unito.it

A. Amoroso
e-mail: a.amoroso@unito.it

D. Marocchi
e-mail: daniela.marocchi@unito.it

M. Leone
Department of Philosophy and Educational Sciences, University of Turin, Turin, Italy
e-mail: matteo.leone@unito.it

A. Amoroso · M. Leone · M. Rinaudo
Museum of Physics, University of Turin, Turin, Italy

© Springer Nature Switzerland AG 2019
E. McLoughlin and P. van Kampen (eds.), *Concepts, Strategies and Models to Enhance Physics Teaching and Learning*,
https://doi.org/10.1007/978-3-030-18137-6_20

229

Introduction

This paper is part of a Ph.D. physics education project devoted to the study of the educational significance of the history of physics. More specifically, this project aims at developing the relationship between the Museum of Physics of the University of Turin and the old Physics Cabinets in secondary schools in the Turin and Cuneo provinces, in the north western region of Italy. The general objectives of the project are to: (i) survey the scientific collection of the Museum of Physics, including the instruments not yet catalogued; (ii) conduct a census of the collection of physics instrument of historical-scientific interest preserved by the schools in Piedmont, with a focus on the oldest public and private secondary schools that are likely to have preserved scientific collections, i.e. classical lyceum and technical institutes; (iii) catalogue teacher's expectations about a historical approach and (iv) design inquiry-based educational activities based on the development of the physics instruments displayed in the Museum and in the other scientific collections identified. The overall goal of this project is to provide a better insight into student's prior knowledge and promote a deeper understanding of physical sciences.

The specific activities are performed in the schools, in collaboration with the (about) 20 participating teachers in the project, i.e. approximately one teacher in each of the oldest classical lyceums in Turin and Cuneo provinces. The type of activity carried out is largely dependent on the current state of organization of the local Physics Cabinets. The experimental activities inspired by the local collection are designed and tested after the collection has been well surveyed and catalogued; on the contrary, when the collection has not yet reached an adequate level of organization, the activities focus on a census of the instruments and on historical researches on the physics behind the instruments. In both cases the students are expected to be active protagonists of the designed intervention.

In this paper, we present the preliminary results of this project in relation to the following research question: Is it possible to rediscover the educational value of a dusty collection of scientific instruments?

History of Physics as an Educational Tool

The collections preserved by University-based physics museums are usually made of instruments originally acquired for teaching *or* research. Yet, the sad state of affairs of most of these collections is that these instruments are by and large unused *neither* in research *nor* in teaching. This state of affairs is made even more sad by the growing awareness in the science education community of the science education functions of science museums as well as of the advantages of introducing history of science topics into the teaching of science [1, 2]. History and philosophy of science (hereafter HPS) might be a useful tool to help with identifying, and possibly overcoming, the mental representation that students have of physical science topics [3]. HPS and the

wider domain of the history of material culture, as represented by the collections of old scientific instruments in schools and universities, may also prove to be useful at the meta-cognitive level. It was indeed argued that the collaboration between school and science museum, i.e. between formal and informal education, might promote achieving both cognitive and emotional student outcomes [4, 5]. One of the teaching formats that has been elaborated and evaluated by the science education researchers is just “conducting historical (thought) experiments or replicating actual laboratory procedures, tracing the development of scientific methods, concepts and theories” [6–10]. Furthermore, “historical approaches in science education offer substantial benefits in enabling people to develop scientific literacy and an understanding and appreciation both *in science* and *about science*” [11].

However, as it was recently emphasized [12], “*despite the positive educational effects of HPS, an apparent change in science teachers’ attitudes towards it and the availability of HPS teaching resources, its occurrence in science classrooms is limited*” [13, 1]. While some science teachers do see history as a tool for fostering process skills and for illustrating the procedural aspects of real science, “*they seem to lack the professional knowledge, epistemological background and confidence to use HPS to support conceptual learning and to reflect on the contexts and nature of science*” [12, 14, 15]. In addressing the goal of the research question about the educational value of a dusty collection of scientific instruments, this project exploits the scientific collection of the former Physics Cabinet of the University of Turin, Italy [16, 17]. These instruments, now preserved by the Museum of Physics of the University, are over 1000 and have been partly catalogued. About 45% of them are exhibited in 23 showcases in the corridors of the old Institute of Physics and in 23 showcases in the Wataghin Hall, the old library of the Institute (see Fig. 1).



Fig. 1 The “Wataghin Hall” at the 1st floor of the old Institute of Physics

Most of the collection is devoted to instruments on electricity, magnetism and optics. This outcome is largely the result of the growing interest in 18th and 19th century physics toward the emerging fields of electricity and electromagnetism. This was especially true at the University of Turin, where the research and teaching activity of physicists like Father G. B. Beccaria and Abbè Nollet, in the 18th century, G. D. Botto, in the 19th century, and the skill of instrument makers like E. F. and C. Jest, in the 19th century as well, much contributed to the collection of the Physics Cabinet. The specifics of the collection of the former Physics Cabinet of the University of Turin make therefore the present museum an ideal place to carry on an historical–educational research focused on electricity topics.

Teacher’s Expectations About the Historical Approach

In order to investigate the motivations that drive (or discourage) the decision to use an historical approach to introduce scientific themes and concepts, we have been administering a Likert scale questionnaire since Spring 2017 to a sample of (mainly) secondary school in-service teachers participating to training seminars in physics education organized by the University of Turin. The data collection is ongoing, however the preliminary results obtained from a sample of 78 in-service teachers are of sufficient interest to warrant their presentation in this paper.

On a 1–5 scale (where 1 corresponds to complete disagreement and 5 to perfect agreement), most of the teachers were in agreement (average 4.1) with the statement that “*it is helpful to bring a historical approach to normal disciplinary teaching to show the technological evolution of instrumentation*” (see Fig. 2).

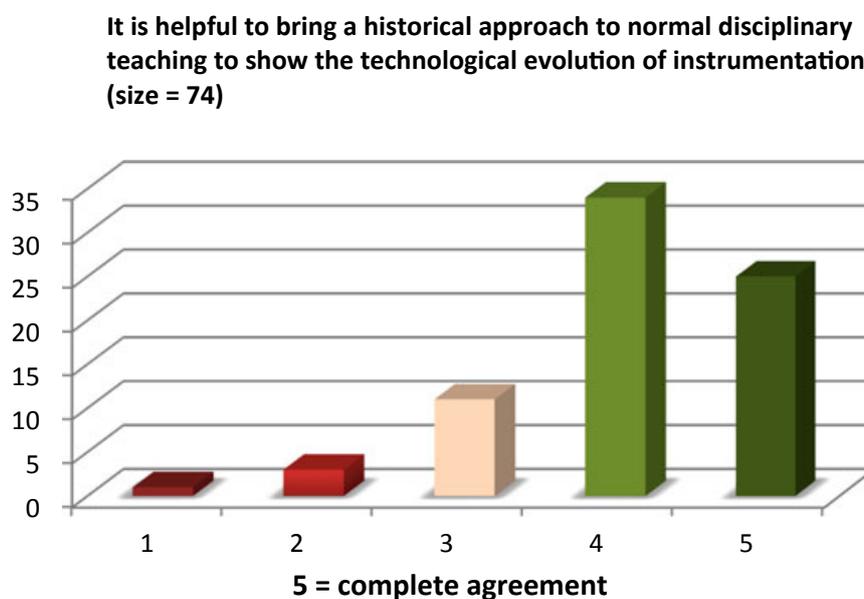


Fig. 2 Teacher’s expectations about helpfulness of the historical approach

The questionnaire attempted, in particular, to address what are the possible limitations of the historical approach. Interestingly, on this issue most of the teachers showed disagreement with the statement “*it is not helpful to bring a historical approach to normal disciplinary teaching because I do not have the necessary preparation*” (average 2.2). According to this sample of teachers, a much more important factor is the lack of time: most teachers answered 2 (disagree) or 3 (indefinite) to the sentence “*it is not helpful to bring a historical approach to normal disciplinary teaching because it would take too much time*” (average 2.2). Finally, the questionnaire addressed the teacher’s self-evaluation of their skills. Although most of this sample of teachers were confident that the preparation they had obtained by self-study research was adequate (average 3.6), most of them felt that they had not received an adequate preparation in history of physics for educational purposes during the undergraduate years (average 2.2).

On the whole, these preliminary results suggest that the teachers more active in the in-service training activities do not question the validity of the historical approach but, rather, fear that factors like the lack of time or the lack of adequate preparation in the undergraduate years might compromise the outcome of this approach [17].

Student’s Prior Knowledge

With the goal of assessing the educational significance of history of physics and history of scientific instruments, we have been offering secondary schools (mostly grade-12 students from scientific lyceum classes), since Fall 2016, a one-day programme including a guided visit to the Museum of Physics and a workshop with easy inexpensive materials to make scientific instruments inspired to the collection of the Museum and, in particular, to the instruments about electricity.

Each session of work starts with a semi-structured questionnaire designed to detect student’s prior knowledge about the physics contents later addressed in the workshop and, at the same time, to explore if history of physics can help us identifying aspects of such student’s prior knowledge. Most items are indeed designed on the basis of the historical evolution of electricity studies with the goal of understanding if the possible difficulties experienced by students are historically rooted. In particular, the questionnaire explores student’s prior knowledge about subjects like:

- the universal validity of the third Newton’s law, i.e. also to the case of rubbing plastic rods (e.g. early fathers of electrostatics like G. Cardano and W. Gilbert, XVI century, believed that “amber is not attracted in turn by a straw”) [18, 19];
- rubbing versus heating as the actual cause of the attraction in rubbing experiments (for Gilbert “amber does not attract by heat”, however he did not discard the idea that the heat produced by friction is a relevant factor to obtain attraction) [19];
- the air as the agent responsible for the attraction/repulsion electrostatic effects (as it was argued by the Jesuit natural philosopher N. Cabeo) [20];

- the electrification as a phenomenon involving the space surrounding the rubbed object (e.g. Nollet) [21];
- the principle of charge conservation [22].

The above subjects are addressed by proposing to the student a number of experimental situations. By way of example, in one of these situations, a plastic rod is repeatedly rubbed with a wool cloth; after approaching the rod to some paper bits we notice that the bits stick to the rod. This problematic situation is followed by a number of statements about whom the student has to express his agreement or disagreement (true/false) and explain the reasons for his answer. Interestingly, 27% of the sample (size 54 students) answered that the attraction of the paper is caused by the heat produced by friction.

In another situation, a rubbed plastic rod is approached by a small ball of elder wood hanging on a cotton thread (i.e. a device like the many XVIII century electrostatics pendulums displayed in the Museum of Physics). We see the ball approaching the rod, touching it and then moving away. According to 18% of the sample, the ball approaches the rod because it is pushed by the air that tends to head towards the rod due to the effect that the rubbing has produced around the rod. Finally, 53% of the sample expressed disagreement with the idea that the ball moves away because on the rod and the ball there are electric charges of the same sign.

These very preliminary results suggest that suitably experimental situations, rooted in historically and much debated conceptual knots, could be very helpful in eliciting students' prior knowledge that otherwise might remain unexplored.

Hands-on Activities Inspired by the Museum of Physics Collection

The one-day programme offered to the schools includes a guided visit to the Museum of Physics where the original instruments are displayed, the administration of questionnaires to probe students' prior knowledge, and also includes a number of hands-on activities obtained by artifacts inspired on the historical instruments.

These activities are presently focused on electrostatics and electric current phenomena. Students experience what happens when one puts a rubbed plastic rod or rubber balloon close to a light object, what happens if other materials are rubbed, what happens if the rubbed object touches the light object, and so on. The students are therefore immersed directly in the motivating and complex phenomenology, typical of XVII and XVIII centuries, where electrification by rubbing, by conduction and by induction coexisted in an undifferentiated way. By learning how to build a Leyden jar, like those preserved by the Museum of Physics (see Fig. 3) with low cost, easy-to-find materials (see Fig. 4), the students deal with the phenomenon of electrification by rubbing and have an opportunity to take some "shocks" and appreciate the significance of the past attempts to "bottle" electricity with the precursor of the modern capacitor.



Fig. 3 Two sets of early 1800s dissectible Leyden jars preserved by the Museum of Physics of the University of Turin (inv. n.: 761)

Fig. 4 Construction of low-cost Leyden jars with plastic cups and aluminium foils



Fig. 5 Electroscopes with glass jars and their covers



Through the construction of a rudimentary electroscope, inspired to those displayed in the collection, the students experience the struggle for arriving at a quantification of electricity and to the concept of electric charge (see Fig. 5).

Finally, through the voltaic pile and the continuous production of electric current the students experimentally observe how this apparatus differed from those developed in earlier times (an old version of a Zamboni dry cell is preserved in the Museum). The preliminary results of the student satisfaction questionnaire administered at the end of the one-day program show that students have the feeling of having “better understood the link between scientific discovery and evolution of the instruments” (83%). “*The desire to discover how scientific thought has evolved*” is increased as well (61%) (see Fig. 6).

Conclusions

In a very preliminary way, we may conclude that the activities of blowing away the dust out of the “dust catchers” of a typical Museum of Physics collection and developing artifacts inspired by these ancient devices is pretty motivating to students and well accepted by the teachers involved in this project. These activities, also, provide insights into the students’ prior knowledge that might prove to be very useful in guiding the next activities in the formal education.

However, although the HPS approach is supported by a “*growing body of empirical evidence pointing out positive effects of science lessons enriched by historical information, experiments from past science and historically situated reflections on*

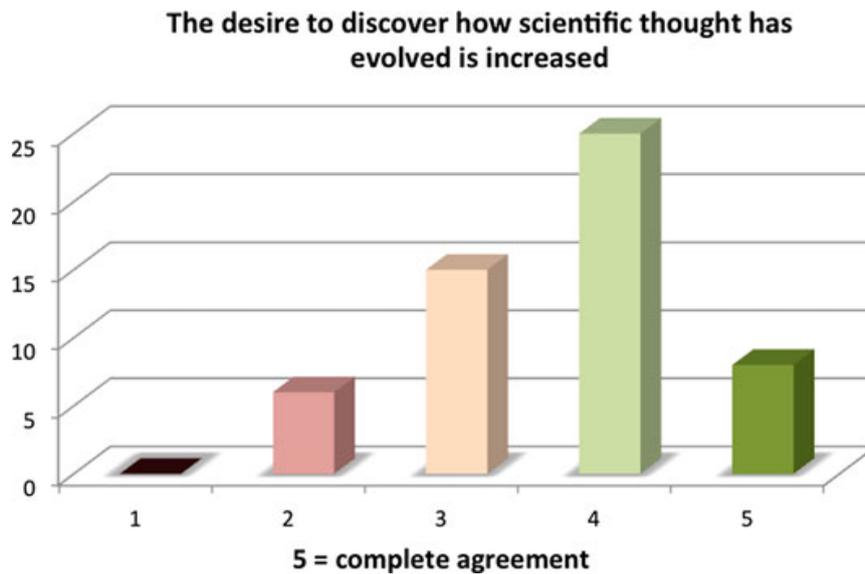


Fig. 6 Post-activity students' satisfaction after the one-day program at the Museum of Physics

the [nature of science]" [12], our survey about teacher's expectations also outlines a general lack of confidence of many science teachers in using the HPS approach. Many of the surveyed teachers believe indeed that they had not received an adequate preparation in history of physics for educational purposes during the undergraduate years.

In order to address this issue, the teachers participating to the project are currently engaged in training seminars about set up and organization of a school museum, analysis of students' prior knowledge and instructions on how to prepare a didactic activity using an historical approach. Of course, such an approach would benefit of a much more articulated learning path. The development of teaching pathways to deepen some aspects of the historical approach and to understand how to integrate them into curricular programs is currently ongoing.

References

1. Matthews, M.R.: Science Teaching: the Role of History and Philosophy of Science. Routledge, New York (1994)
2. Matthews, M.: Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science, 2nd edn. Routledge, London and New York (2015)
3. Leone, M.: History of physics as a tool to detect the conceptual difficulties experienced by students: the case of simple electric circuits in primary education. *Sci. Educ.* **23**, 923–953 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11191-014-9676-z>
4. Falomo Bernarduzzi, L., Albanesi, G., Bevilacqua, F.: Museum heroes all: the pavia approach to school-science museum interaction. *Sci. Educ.* **23**, 762–780 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9541-x>
5. Filippopoliti, A., Koliopoulos, D.: Informal and non-formal education: an outline of history of science in museums. *Sci. Educ.* **23**, 781–791 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11191-014-9681-2>

6. Binnie, A.: Using the history of electricity and magnetism to enhance teaching. *Sci. Educ.* **10**(4), 379–389 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1011213519899>
7. Heering, P.: The role of historical experiments in science teacher training: experiences and perspectives. *Actes d'història de la ciència i la tècnica* **2**(1), 389–399 (2009). <https://doi.org/10.2436/20.2006.01.122>
8. Höttecke, D.: How and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. *Sci. Educ.* **9**(4), 343–362 (2000). <https://doi.org/10.1023/A:1008621908029>
9. Kipnis, N.: Theories as models in teaching physics. *Sci. Educ.* **7**(3), 245–260 (1998). <https://doi.org/10.1023/A:1008697202578>
10. Kubli, F.: Historical aspects in physics teaching: using Galileo's work in a new Swiss project. *Sci. Educ.* **8**(2), 137–150 (1999). <https://doi.org/10.1023/A:1008613706212>
11. Heering, P.: Science museums and science education. *Isis* **108**(2), 399–406 (2017). <https://doi.org/10.1086/692689>
12. Henke, A., Höttecke, D.: Physics teachers' challenges in using history and philosophy of science in teaching. *Sci. Educ.* **24**, 349–385 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11191-014-9737-3>
13. Höttecke, D., Silva, C.: Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. *Sci. Educ.* **20**(3), 293–316 (2011). <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9285-4>
14. Klopfer, L.E.: The teaching of science and the history of science. *J. Res. Sci. Teach.* **6**, 87–95 (1969). <https://doi.org/10.1002/tea.3660060116>
15. Wang, H.A., Marsh, D.D.: Science instruction with a humanistic twist: teachers' perception and practice in using the history of science in their classrooms. *Sci. Educ.* **11**(2), 169–189 (2002). <https://doi.org/10.1023/A:1014455918130>
16. Galante, D., Marino, C., Marzari Chiesa, A.: La collezione di strumenti di fisica dell'Università di Torino. *Museologia scientifica memorie* **2**, 287–289 (2008)
17. Rinaudo, M., Leone, M., Marocchi, D., Amoroso, A.: Il Museo: strumento di didattica della fisica? In: Bonino, R., et al. (eds.) *Matematica e fisica nelle istituzioni (DIFIMA 2017)*. Graphot Editrice, Torino (2018)
18. Cardano, G.: *De Subtilitate*. Petreius, Nuremberg (1550). In: Forrester, J.M. (ed.) *The De Subtilitate of Girolamo Cardano (English translation)*. ACMRS, Tempe (2013)
19. Gilbert, W.: *De Magnete*. Peter Short, London (1600). In: *On the Loadstone and Magnetic Bodies (English translation)*. Wiley, New York (1893)
20. Cabeo, N.: *Philosophia Magnetica*. Franciscus Succi, Ferrara (1629)
21. Nollet, J.A.: *Recherches sur les causes particulières des phénomènes électriques*. Guérin, Paris (1749)
22. Roller, D., Roller, D.H.D.: *The Development of the Concept of Electric Charge*. Harvard University Press, Cambridge (1954)

➤ **Docente presso scuola**

- primaria secondaria di primo grado secondaria di secondo grado

➤ **Scegliere e barrare la casella corrispondente, tenendo conto che:**

1 = completo disaccordo, **2** = disaccordo, **3** = neutro, **4** = accordo, **5** = completo accordo

E' utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare per mostrare l'evoluzione tecnologica della strumentazione	1	2	3	4	5
E' utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare per evidenziare la relazione fra intuizione fisica e sviluppo della strumentazione	1	2	3	4	5

È utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perché

NON ritengo possibile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perché non ne ho la preparazione	1	2	3	4	5
NON ritengo utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perché non ritengo sia un fattore valorizzante	1	2	3	4	5
NON ritengo utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perché porterebbe via tempo	1	2	3	4	5
NON ritengo utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perché alcuni ragionamenti fatti nel passato risultano complessi e talvolta contorti, rischiando di complicare la comprensione del fenomeno	1	2	3	4	5

NON ritengo utile affiancare un approccio storico alla normale didattica disciplinare perché

L'approccio storico significa riportare indicazioni bio-bibliografiche sui diversi scienziati	1	2	3	4	5
L'approccio storico significa introdurre il periodo storico in cui lo scienziato ha lavorato	1	2	3	4	5
L'approccio storico significa proporre materiale originale in cui lo scienziato presenta il proprio pensiero	1	2	3	4	5
L'approccio storico significa presentare gli argomenti secondo il processo evolutivo (es. come si è evoluto il concetto di carica elettrica, oppure il concetto di calore....)	1	2	3	4	5

L'approccio storico significa

Ritengo di aver raggiunto una preparazione adeguata ad introdurre l'aspetto dell'evoluzione storica dei fenomeni fisici durante il percorso di laurea	1	2	3	4	5
Ritengo di aver raggiunto una preparazione adeguata ad introdurre l'aspetto dell'evoluzione storica dei fenomeni fisici durante il percorso di abilitazione all'insegnamento	1	2	3	4	5
Ritengo di aver raggiunto una preparazione adeguata ad introdurre l'aspetto dell'evoluzione storica dei fenomeni fisici con studio autonomo	1	2	3	4	5
Ritengo che una preparazione adeguata ad introdurre l'aspetto dell'evoluzione storica dei concetti fisici debba far parte del percorso di laurea	1	2	3	4	5
Ritengo che una preparazione adeguata ad introdurre l'aspetto dell'evoluzione storica dei concetti fisici debba far parte del percorso di abilitazione all'insegnamento	1	2	3	4	5
Ritengo che una preparazione adeguata ad introdurre l'aspetto dell'evoluzione storica dei concetti fisici debba essere lasciata alla libera iniziativa	1	2	3	4	5

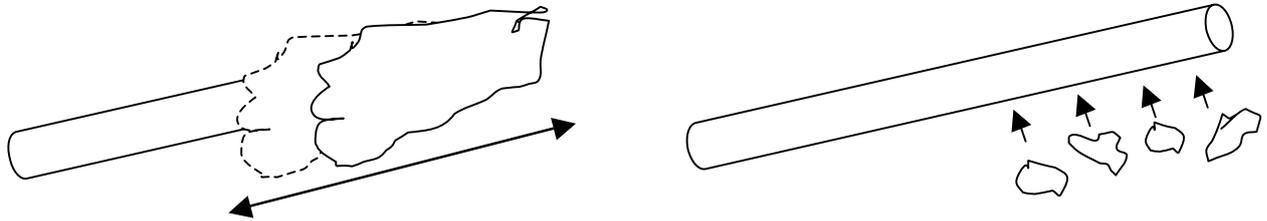
Se nella scuola è presente un museo o collezione scientifica, indicare il nome della scuola

Appendice D

Data di nascita Scuola

Museo di Fisica – Università di Torino

1. Una barretta di plastica viene strofinata ripetutamente con un panno di lana. Dopo aver avvicinato la penna a dei pezzettini di carta osserviamo che i pezzettini vanno ad attaccarsi alla penna.



Cosa pensi delle seguenti affermazioni? Ognuna di esse può essere vera o falsa.

V F I pezzettini di carta esercitano un'attrazione nei confronti della barra

Motivazione:

.....

V F L'attrazione della carta è causata dal riscaldamento prodotto con lo strofinio

Motivazione:

.....

V F Dopo lo strofinio ai lati estremi della barretta ci sono cariche elettriche di segno opposto

Motivazione:

.....

V F Dopo lo strofinio su barretta e panno ci sono cariche elettriche di segno opposto

Motivazione:

.....

V F I pezzettini di carta sono spinti verso la barretta dall'aria circostante

Motivazione:

.....

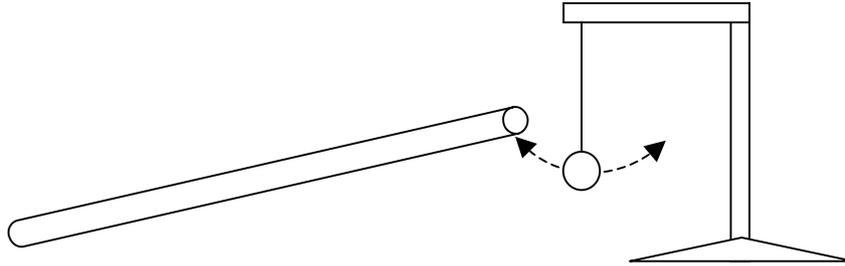
V F Quando la carta si avvicina alla barra su carta e barra ci sono cariche di segno opposto

Motivazione:

.....

Museo di Fisica – Università di Torino

2. La barretta di plastica strofinata viene avvicinata a una piccola pallina di midollo di sambuco appesa a un filo di cotone. Osservo che la pallina si avvicina al barretta, la tocca e poi si allontana.



Cosa pensi delle seguenti affermazioni? Ognuna di esse può essere vera o falsa.

V **F** Perché la pallina sia attratta occorre prima strofinarla

Motivazione:

.....

V **F** La pallina si avvicina perché è spinta dall'aria che tende a dirigersi verso la barra a causa dell'effetto che lo strofinio ha prodotto intorno alla barra

Motivazione:

.....

V **F** Quando la pallina si avvicina su barra e pallina ci sono cariche di segno opposto

Motivazione:

.....

V **F** La pallina si allontana perché su barretta e pallina ci sono cariche dello stesso segno

Motivazione:

.....

V **F** La pallina si allontana perché rimbalza sulla barretta

Motivazione:

.....

V **F** La pallina si allontana perché svanisce la forza di attrazione tra barra e pallina

Motivazione:

.....

Appendice E

Il versorium

Occorrente: tappo di sughero, graffetta, fermacampione

Procedimento :

- Aprire le due alette del fermacampione e praticare un solco al centro della testa (utilizzando ad esempio un chiodo e un martello), senza forare il fermacampione.
- Ricavare dalla graffetta un pezzo di fil di ferro per fare il supporto o utilizzare, in alternativa, fil di ferro non troppo spesso.
- Inserire il fil di ferro nel tappo di sughero e appoggiare il fermacampione sull'altra estremità, in modo che la graffetta entri nel solco.
- Avvicinandosi al fermacampione con una bacchetta di pvc (oppure un palloncino) precedentemente strofinata con un panno di lana o seta si può notare che il fermacampione comincia a ruotare.



La bottiglia di Leida

Occorrente: due bicchieri di plastica, alluminio, scotch

Procedimento:

- Rivestire le pareti esterne dei due bicchieri con un pezzo di alluminio. Questi rivestimenti fungono da armature della bottiglia di Leida.
- Costruire una bandierina di carta stagnola. Inserire i bicchieri uno dentro l'altro e mettere la bandierina a contatto con l'armatura del bicchiere interno.
- Per caricare la bottiglia di Leida è necessario strofinare una bacchetta di pvc o un palloncino con un panno di lana o seta passando vicino alla bandierina.



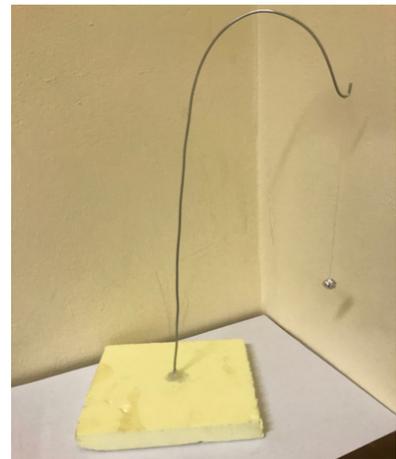
Il pendolino elettrostatico

Occorrente: fil di ferro, filo da cucito, polistirolo, base di legno o polistirolo, bacchetta di plastica o cannuccia, panno di lana, colla a caldo, alluminio

Obiettivo :osservazione dell'elettrizzazione per strofinio mediante la costruzione di un pendolino elettrostatico

Procedimento:

- Creare una base per la struttura con un quadrato di legno o di polistirolo
- Tagliare un pezzo di fil di ferro e ricavare una struttura come quella mostrata in figura
- Fissare il fil di ferro alla base con colla a caldo
- Ricavare una piccola pallina di polistirolo, ricoprirla di carta stagnola, e appenderla mediante al filo da cucito alla struttura
- Caricare la cannuccia, o la bacchetta di plastica, strofinandola con il panno di lana
- Avvicinare la cannuccia al pendolino e osservare il fenomeno
- Osservare cosa accade se si tocca la pallina



L'elettroscopio

Occorrente: barattolo di vetro, alluminio, fil di ferro, cartone e colla a caldo, palloncino o bacchetta di plastica, panno di lana

Obiettivo: misurare la carica presente su un oggetto

Procedimento:

- Costruire un gancio (vedi figura) che colleghi l'interno del barattolo con l'esterno
- Costruire un coperchio con il cartone
- Forare il cartone e far passare il fil di ferro
- Inserire una pallina fatta di alluminio all'estremo superiore del gancio
- Nella parte inferiore, che sta all'interno, appendere 2 foglioline di alluminio facendo al loro estremo un piccolo foro per poterle inserire nel gancio
- Sigillare il coperchio al barattolo
- Elettrizzate per strofinio un palloncino o una bacchetta di plastica con il panno di lana



- Osservare la separazione delle foglie al variare del numero di strofinamenti fatti per caricare il palloncino o la bacchetta

La pila

Occorrente: 8 monete da 5 centesimi, alluminio, foglio di carta, acqua, sale, aceto, led

Procedimento:

- Ritagliare 8 dischetti di carta e 8 di alluminio dello stesso diametro delle monete.
- Affinché la pila funzioni, è necessario pulire le monete: bisogna immergerle in un bicchiere contenente aceto e sale; poi bisogna estrarle dal bicchiere, asciugarle e “grattare via lo sporco” con una gomma da cancellare.
- Costruire la pila alternando una moneta, un dischetto di carta imbevuto di acqua e sale e un dischetto di alluminio.
- Collegando alla pila così costruita un led in modo che la gambetta lunga del led sia collegata alla moneta di rame (polo positivo), il led si accende. Se il led viene collegato al contrario non si accenderà, perché gli elettroni al suo interno possono scorrere in una sola direzione.

