

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI

Dipartimento di Pedagogia Psicologia Filosofia
Dottorato in Storia, Filosofia e Didattica delle Scienze



L'Istituto di Fisica di Cagliari
tra fine Ottocento e primi decenni del Novecento

Tesi di dottorato

XXVI ciclo

Tutor:
Prof. Giovanna Puddu

Dottoranda:
Cristiana Carrus

A.A. 2012-2013

Abstract

The project, started some time ago, aimed at conduct a more accurate and systematic investigation on the situation of Physics in Italy between the XIX and XX centuries, led to the discovery of many peripheral situations and to the role of different physicists not considered of primary importance. It is in this context that the Institute of physics of Cagliari and the figure of Giovanni Guglielmo are examined. Giovanni Guglielmo was a physicist who worked in Torino, Cagliari and Sassari, director of the Physics Laboratory of Cagliari for 37 years, Dean of the Faculty of Science and author of two handwritten notes of his lectures and over one hundred articles published in the most prestigious magazines of his time. Following a bitter controversy with a colleague, Professor of Applied Physics and director of the School of Electrotechniques of Torino, Guglielmo became isolated by the scientific community, giving an early end to his intense scientific career. In the thesis I examine also the role played in Physics Institute of Cagliari by Rita Brunetti, successor of Guglielmo and director of the Institute from 1928 to 1936.

Indice

Introduzione	1
1 Il contesto nazionale	3
1.1 Il livello istituzionale. La Facoltà di Scienze e il Corso di Laurea in Fisica	6
1.2 L'organizzazione della ricerca: la comunità dei fisici e i finan- ziamenti alla ricerca	19
1.3 La formazione dei ricercatori	25
1.4 La nuova Fisica entra in Italia	27
1.5 Conclusioni	34
2 L'Università di Cagliari	37
2.1 Un caso complesso di contrattazione centro-periferia	39
2.2 Lo Statuto della R. Università di Cagliari: nascita ed evolu- zione del Corso di Laurea in Fisica	48
2.3 Gli insegnamenti di Fisica	58
2.4 Il Gabinetto di Fisica	73
3 Giovanni Guglielmo (1853-1935)	83
3.1 Le fonti	85
3.2 La vita e la carriera accademica	87
3.3 La carriera scientifica	101
3.4 L'attività scientifica	108
3.4.1 Analisi d'insieme della produzione scientifica	108
3.4.2 Citazioni di Guglielmo	118
3.4.3 Rassegna dettagliata degli articoli	132
3.4.4 La polemica con Guido Grassi	156
3.5 L'attività didattica	179
3.6 Conclusioni	185

4 Rita Brunetti (1890-1942)	187
4.1 La didattica	196
4.2 L'allestimento del laboratorio	200
4.3 La fondazione di una scuola	202
Conclusioni	207
Bibliography	209

Introduzione

L'operazione volta a condurre un'indagine più accurata e sistematica riguardo alla situazione della Fisica in Italia a cavallo tra Ottocento e Novecento, ha portato alla riscoperta di molte situazioni periferiche e del ruolo di diversi fisici considerati minori.

È in questo filone di studi che si colloca il lavoro della presente tesi, che mira a ricostruire la storia dell'Istituto di Fisica di Cagliari nel periodo intorno all'intervallo 1891 - 1936, anni in cui furono Direttori dell'Istituto e principali protagonisti delle sue vicende, i professori Giovanni Guglielmo e Rita Brunetti.

Particolare attenzione si è prestata alla ricostruzione della figura del fisico Giovanni Guglielmo (Sassari 1853-Cagliari 1935), personaggio del tutto inedito che operò a Torino, Sassari e Cagliari, Direttore del Gabinetto di Fisica di Cagliari per trentasette anni, Preside per più di dieci anni della Facoltà di Scienze e autore di due manoscritti di appunti delle sue lezioni, insieme al suo aiuto Teresa Mundula, e di oltre cento articoli pubblicati sulle più prestigiose riviste dell'epoca. In seguito a un'aspra polemica con un collega, Guglielmo si isolò dalla comunità scientifica nazionale, dando precocemente fine alla sua intensa carriera scientifica e forse in tal modo determinando l'oblio dei suoi numerosi scritti, di cui si fa un'analisi critica per la prima volta nella presente tesi, facendo emergere la complessità e la ricchezza del personaggio.

Rita Brunetti (Milano 1890 -Pavia 1942) fu la prima donna ordinario di Fisica nell'Italia unita, la prima donna Direttrice di un Istituto di Fisica ma, soprattutto, fu tra i primi scienziati italiani, a prescindere dal genere, a recepire i principi fondamentali della Meccanica Quantistica e della Relatività e a veicolarli con approccio sperimentale attraverso i più recenti studi spettroscopici in un Paese che opponeva un'inerzia non indifferente alla recezione della nuova fisica. Di Rita Brunetti in questa tesi si è approfondito il ruolo da lei svolto nella sua breve ma incisiva permanenza a Cagliari, negli anni 1928-1936.

Capitolo 1

Il contesto nazionale

Volendo indagare sullo stato della ricerca in Fisica e dell'insegnamento della Fisica nella Regia Università di Cagliari a cavallo tra '800 e '900, non si può prescindere dall'inquadrare tale indagine in un contesto nazionale, sia per il carattere fortemente centralizzato, almeno formalmente, dell'Istruzione superiore nel periodo considerato, sia perché questo studio possa trarre significato dal confronto della situazione locale con quella nazionale.

La breve delineazione del contesto nazionale presentata in questa tesi è la sintesi di un lavoro principalmente di rassegna, talora accompagnato però da qualche integrazione originale con verifica su fonti primarie, costituite soprattutto dai documenti legislativi in materia di Regolamento universitario e dagli Annuari delle Università.

L'oggetto di ricerca si è presentato subito assai complesso, per il convergere in esso di diverse problematiche legate anche alle metodologie stesse di indagine, alla definizione dei suoi confini e ai diversi livelli possibili di analisi. Una delle questioni è costituita dal rapporto tra «sistema ricerca» e «scienza accademica», risolto, secondo Paoloni, troppo sbrigativamente dalla storiografia con una scontata identificazione delle due [60].

In [59], Paoloni analizza come sede di attività scientifica i Servizi tecnici della Pubblica Amministrazione, mentre in [46], Maiocchi, nello sfondo di un complicato rapporto tra ricerca e sviluppo economico-industriale, cerca di determinare il ruolo di società esterne all'Università come la Sips, il Cnr, l'Istituto Superiore di Sanità, nel periodo liberale e fascista.¹

¹In [46], Maiocchi ci dice che i fondi necessari per la costruzione della macchina ad alto voltaggio di tipo Cockcroft-Walton, di cui fu messo a punto un prototipo nel 1937, arrivarono a Fermi *direttamente dal Ministero dell'Interno, cioè da Mussolini, grazie alla mediazione di Domenico Marotta, direttore dell'Istituto di Sanità pubblica (qui fu installata la macchina), il cui coinvolgimento era giustificato in base all'argomentazione secondo cui*

In questa sede si considera la comunità dei fisici coincidente con la comunità accademica dei fisici, come d'altronde trovato nella gran parte della letteratura presa in esame, che per lo più sostiene il monopolio della ricerca scientifica da parte dell'Università, benchè ci siano stati anche importanti contributi e collaborazioni da parte di docenti di scuola superiore, almeno sino al primo decennio del Novecento.²

Volendo poi dare una valutazione in merito alla modernità o arretratezza dello stato della disciplina nella Regia Università di Cagliari, non si può che partire da analoghe valutazioni effettuate a livello nazionale.

Un'altra complessità subito emersa è stata allora quella relativa al concetto stesso di modernità: lungi dall'averne un'interpretazione univoca, esso si presta a valutazioni differenti concernenti ambiti diversi anche nel già ristretto contesto dell'impresa scientifica.

Nel corso della ricerca si sono allora individuati differenti livelli di indagine per una valutazione della modernità relativamente alla comunità scientifica dei fisici italiani nel periodo considerato:

- il livello istituzionale, dove si valuta se le cattedre e gli insegnamenti fossero adeguati ai rapidi sviluppi della Fisica in quegli anni;

la macchina non era destinata alla ricerca fisica, ma a produrre radio-elementi per uso biologico (questa strategia propagandistica era di impiego comune anche all'estero).

²Si veda ad esempio [3], dove Ancarani sostiene che in Italia l'Università abbia costituito una "nicchia istituzionale" per la ricerca, in un Paese in cui la scienza non godeva di forte legittimazione e sostegno sociale come in altre nazioni nordeuropee; motivo per cui gli scienziati in Italia non si sarebbero mai staccati dall'Università.

Si veda anche [61], dove Pepe constata che l'affermazione della esclusiva egida statale sull'istruzione universitaria ci assicura che a partire dalla fine del XIX secolo i progressi della ricerca scientifica in matematica, fisica, chimica, geologia e mineralogia, botanica e zoologia, che precedentemente erano avvenuti in Italia anche fuori dalle Università, a partire dagli ultimi decenni del XIX secolo, rientrano quasi esclusivamente nell'ambito universitario e "la storia delle scienze in Italia, sia che ci si rivolga ai protagonisti, sia che se ne vogliano esaminare gli aspetti sociali e politici, può essere fatta rientrare largamente nella storia delle Università e di quegli Istituti di cultura superiore (osservatori astronomici, Istituti tecnici superiori) che, solo l'idea prevalente che si potessero chiamare Università unicamente le istituzioni deputate all'insegnamento di una generalità di discipline, e non di una parte ristretta di esse aggregate per fini professionali e pratici, impediva di chiamare Istituti universitari". Tali Istituti di istruzione superiore, in numero ridotto, sono comunque sempre sotto stretto controllo da parte del Ministero della Pubblica Istruzione. Anche in [46], Maiocchi arriva a concludere, a proposito ad esempio del Cnr, che "La preponderanza schiacciante di professori universitari nei vari comitati e sottocomitati del Cnr fece sì che molti fondi venissero destinati al finanziamento di ricerche che, più che avere interesse nazionale, interessavano questo o quel gruppo accademico...", sottolineando nuovamente la preminenza della comunità accademica nella gestione della ricerca scientifica.

- il livello dell'organizzazione della ricerca, dove si valuta il grado di istituzionalizzazione della ricerca con la diffusione di standard condivisi e l'evoluzione della figura di professore universitario da mero trasmettitore di un sapere consolidato a produttore di nuove conoscenze;
- il livello didattico dove si valuta se fossero presenti o meno gli argomenti della nuova Fisica nei programmi di studio e nei manuali;
- il livello di ricerca, dove si valuta l'entità e la qualità delle pubblicazioni, in particolar modo sulle nuove tematiche della Fisica;
- il livello dell'organizzazione della didattica ai fini della ricerca dove si valuta l'attenzione prestata alla formazione di futuri ricercatori, ossia l'esistenza o meno di scuole di ricerca.

Dall'analisi della letteratura concernente questi diversi livelli di indagine, sembra che si converga verso un giudizio di sostanziale ritardo della Fisica italiana degli inizi del Novecento rispetto ad altri Paesi europei, soprattutto Germania e Francia.

Ma prima di pronunciarsi in giudizi generali, nelle seguenti sezioni si vuole dare un breve resoconto dell'indagine secondo i punti precedentemente elencati.

1.1 Il livello istituzionale. La Facoltà di Scienze e il Corso di Laurea in Fisica

A livello generale³ si può dire che una caratteristica fondamentale del sistema universitario italiano, a partire dal periodo post-unitario e per buona parte del periodo considerato in questa tesi, almeno fino al 1923 con l’emanazione della legge Gentile, fu il suo impianto fortemente statalista e centralizzato, come stabilito con la legge Casati nel 1859.⁴ L’opzione statalista, che individua nello Stato l’unico soggetto in grado di farsi carico dell’istruzione universitaria e garante della sua qualità, era rafforzata dal riconoscimento del valore legale del titolo di studio: “*l’esistenza di un forte vincolo esterno, quale quello del valore legale, implica sin dalle premesse, un ruolo significativo dello Stato, quanto meno sotto il profilo dell’indirizzo e del controllo, ai fini della determinazione degli ordinamenti didattici, frustrando l’innovazione e l’introduzione di diversi metodi di insegnamento*”.

Lo Stato gioca così un ruolo significativo, oltre che dal punto di vista ammini-

³Per una ricostruzione dei principali eventi legislativi e dell’assetto universitario dell’epoca, in generale, si è fatto riferimento a

BONETTA GAETANO, *Storia della scuola e delle istituzioni educative*, 1997 [9]

BRIZZI GIAN PAOLO, VARNI ANGELO, *L’Università in Italia fra età moderna e contemporanea*, 1991 [11]

COLAO FLORIANA, *Tra accentramento e autonomia. L’amministrazione universitaria dall’Unità a oggi*, 2007 [23]

COLOMBO ARTURO, *Per una storia dei modelli di Università (dalla legge Casati all’autonomia degli Atenei)* in [11] FIORAVANTI GIGLIOLA, MORETTI MAURO, PORCIANI ILARIA (a cura di) *L’istruzione universitaria (1859-1915)*, 2000 [29]

FOIS GIUSEPPINA, *Reclutamento dei docenti e sistemi concorsuali dal 1860 ad oggi*, 2007 [31]

MORETTI MAURO, *L’istruzione superiore tra i due secoli: norme, strutture e dibattiti*, 1998 [55]

MORETTI MAURO, PORCIANI ILARIA, *Il volto ambiguo di Minerva. Le origini del sistema universitario italiano*, 1998 [56]

PAOLONI GIOVANNI, *La ricerca fuori dall’Università: il quadro istituzionale*, 1998 [59]

PAOLONI GIOVANNI, *Ricerca e istituzioni nell’Italia liberale*, 1998 [60]

PORCIANI ILARIA, *L’Università italiana. Repertorio di atti e provvedimenti ufficiali 1859-1914*, 2001 [63]

PORCIANI ILARIA, MORETTI MAURO, *La Creazione del Sistema Universitario nella Nuova Italia*, 2007 [64]

SANDULLI ALDO, *Facoltà e ordinamenti didattici dal 1860 ad oggi*, 2007 [71]

SIGNORI ELISA, *Università e fascismo*, 2007 [75]

⁴Legge Casati emanata con Regio Decreto 13 novembre 1859, n. 3725 del Regno di Sardegna, entrata in vigore nel 1860 e successivamente estesa, con l’unificazione, a tutta Italia.

1.1. IL LIVELLO ISTITUZIONALE. LA FACOLTÀ DI SCIENZE E IL CORSO DI LAUREA

strativo, essendo gli Atenei organi privi di personalità giuridica e le autorità universitarie soggette ad una stretta dipendenza dall'amministrazione centrale, anche dal punto di vista dell'ordinamento didattico, aspetto per noi più interessante.

Secondo l'impianto fortemente centralizzato, l'art.51 stabilisce "gli insegnamenti che dovranno essere dati in un determinato stadio di tempo nelle diverse Facoltà" mentre nell'art 130 si afferma che "I programmi per gli esami speciali e per quelli generali saranno comuni a tutte le Facoltà della stessa scienza in ognuna delle Università.[...] I programmi predetti saranno compilati da apposite Commissioni create dal Ministro ed approvati dal Consiglio Superiore." Non si lasciava dunque nessuno spazio di autonomia agli Atenei nè per quanto riguarda il numero, il tipo di esami, le modalità di sostenimento, nè per quanto riguarda i programmi: tutto era definito da norme a livello di ordinamento didattico nazionale.

Un unico piccolo spiraglio di autonomia era previsto dall'art. 132: "Gli Studenti sono liberi di regolare essi stessi l'ordine dei loro esami, con questa riserva, che non saranno ammessi ad alcuno degli esami generali se non dopo aver superati tutti gli esami speciali."

Nel 1862 con Matteucci si ha un'ulteriore accentuazione del modello stata-
lista e accentratore mediante una disciplina ancor più dettagliata riguardo
alle direttive per i piani di studio e per gli esami per il conseguimento della
laurea e contemporaneamente si promuove una politica di razionalizzazione⁵
che avrà un forte peso nella storia delle Università italiane per molti an-
ni a venire: poche righe dell'articolo 2 della legge sulle tasse universitarie
tracceranno un profondo solco tra Università di primo grado e Università di
secondo grado, prevedendo disparità di retribuzione per i professori afferenti
alle due tipologie:

CLASSI
DI
UNIVERSITÀ

A datare dal 1° gennaio 1863 gli stipendi dei Professori ordinari nelle Università governative saranno stabilite come in appresso:

a) Ai professori di Bologna, Napoli, Palermo, Pavia, Pisa e Torino, che contano 10 o più anni di servizio, L.6,000; agli altri L. 5,000.

b) Ai Professori di Genova, Catania, Messina, Cagliari, Modena, Parma e Siena, L 3,600 se contano 10 o più anni di servizio; agli altri L.3,000.⁶

Richiedendo allo stesso tempo ad esse l'adempimento alle norme dei regolamenti generali e di Facoltà, fortemente omologati a livello nazionale con

⁵Legge sulle tasse Universitarie (meglio nota come legge Matteucci), 31 luglio 1862 n 719.

⁶Ibidem.

curricula e ordine degli studi stabiliti rigidamente dall'alto, la legge voleva essere un tentativo di ridurre il numero di Università che la neonata Nazione italiana ereditava dagli Stati preunitari: nel 1861 esse erano diciannove, di cui quattro "libere", cui si aggiungerebbero quelle di Padova con l'annessione del Veneto (1866) e di Roma (1870). Considerato tale numero superiore alle esigenze del Paese, ancora prevalentemente agricolo e con un forte tasso di analfabetismo, si volevano con tale legge concentrare le esigue risorse solo su pochissimi e davvero eccellenti centri in grado di rilasciare la laurea: Bologna, Napoli, Palermo, Pavia, Pisa e Torino che assursero a Università di serie A completamente sovvenzionate dallo Stato. Genova, Catania, Messina, Cagliari, Modena, Parma e Siena vennero declassate nella prospettiva di una loro agonia, mentre Sassari era già stata soppressa con la legge Casati.

Le polemiche suscitate dalla legge Matteucci furono asprissime e si ritrovano copiose, oltre che nelle trascrizioni delle discussioni parlamentari, anche nei discorsi inaugurali degli anni accademici, nelle lettere indirizzate ai Ministri dai Rettori e nei documenti di richiamo all'ordine da parte delle autorità centrali. Documenti questi ultimi che testimoniano le sommosse e le lotte condotte da studenti e professori dei centri minori, spesso assecondati dagli esponenti dell'ambiente politico culturale locale, al fine di evitare la soppressione o il ridimensionamento dell'Università della propria città.

Ancor oggi si trovano pareri discordanti riguardo a queste due alternative: da una parte accentramento e dall'altra autonomia; da una parte uniformità in tutto il Paese con standard che prevedano soglie piuttosto elevate al di sotto delle quali non permettere la sopravvivenza dei centri accademici e dall'altra tutela delle differenziazioni tra le varie sedi, con tolleranza di deficit rispetto alla norma in nome del diritto all'istruzione universitaria anche per una parte della popolazione a cui l'accesso sarebbe altrimenti negato.

Secondo diversi autori il continuo contrapporsi di queste due tensioni opposte costituirebbe addirittura il filo conduttore di tutta la storia dell'Università italiana⁷ e in effetti sarebbe interessante un'analisi di queste posizioni, anche alla luce della situazione odierna in cui un periodo di crisi sta portando, con la riduzione drastica delle risorse a disposizione, alla soppressione dei Dipartimenti o all'accorpamento di un buon numero di essi: è sorprendente come alcuni discorsi del passato siano tanto attuali e come le problematiche si siano riproposte pressochè identiche nel corso della storia.⁸

Nella seconda metà dell'Ottocento in un primo momento sembrò prevalere l'accentramento e la corrente di Matteucci, ma ben presto ogni tentativo di

⁷In particolare si veda COLAO FLORIANA [23] e PORCIANI ILARIA [62].

⁸Particolarmente significativa è la lettura dei discorsi inaugurali relativi agli stessi anni accademici dei Rettori delle Università di serie A e dei Rettori delle Università di serie B.

1.1. IL LIVELLO ISTITUZIONALE. LA FACOLTÀ DI SCIENZE E IL CORSO DI LAUREA

razionalizzazione fallì per il prevalere della mediazione con i poteri locali. Per coloro che sono dediti alla ricostruzione della storia delle Università minori, in primis gli studiosi della storia dell'Università di Cagliari [79], [41], [43], la disparità introdotta con la legge Matteucci fu sicuramente nefasta e rappresentò un'ingiusta negazione del diritto all'istruzione.

Secondo altri storici⁹ il fallimento della legge Matteucci fu un'occasione mancata: essi sostengono infatti che fosse assolutamente necessaria la riduzione del numero di Atenei, considerando la scarsità dei bilanci dell'epoca e constatando la mancanza di standard accettabili di insegnamento in tutte le discipline contemplate nei Regolamenti e la scarsità degli studenti in molte sedi minori.

Queste vicende sono anche interpretate¹⁰ come caso particolare di quella politica più generale adottata in età liberale nel Paese e che è passata alla storia come "trasformismo": si denuncia quindi il modo di procedere anche in questo frangente, piuttosto che con leggi organiche e di ampio respiro, per mezzo di "leggi e leggine" che potessero meglio adattarsi a risolvere situazioni parziali senza scontentare gli interessi di nessuna componente sociale o politica.

Leggiamo nel saggio a cura di Gigliola Fioravanti, Mauro Moretti e Ilaria Porciani:

...appaiono con chiarezza le strategie con le quali élite e ceti dirigenti locali riuscirono a far trionfare uno strano ibrido capace di un'incredibile tenuta: l'adeguamento a una situazione provvisoria di volta in volta ritoccata con la politica delle leggine capace di una sostanziale stabilità.[...]

Ancora una volta il meccanismo della contrattazione, della mediazione centro-periferia -uno dei tratti caratterizzanti e di lungo periodo nella storia universitaria italiana- funzionava da freno e da contraltare rispetto ad una più generale ed organica dimensione progettuale. [29]

È proprio secondo queste modalità di legiferare per casi particolari che nell'arco di un quarantennio, le Università declassate dalla legge Matteucci potranno vedere ratificato il loro pareggiamento grazie a singole convenzioni di volta in volta stipulate con gli enti amministrativi ed economici locali per il reperimento dei fondi atti ad ampliare l'offerta didattica e ad adeguare gli stipendi dei docenti. Alla fine del 1885 ci fu il pareggiamento di Genova, Catania e Messina, nel 1887 fu la volta delle Università di Modena, Parma e Siena, mentre Cagliari riuscirà dopo lunghe e sofferte trattative ad ottenere

⁹ANCARANI[3], REEVES[65].

¹⁰ANCARANI[3], BONETTA[9].

la sua legge di pareggiamento solo nel 1902, ultima insieme alle Università di Macerata e Sassari.

Tale disparità, che perdurò per un quarantennio, influenzerà tuttavia ancora a lungo lo sviluppo successivo dei centri minori, soprattutto di Cagliari, sempre intenti da questo momento in poi a sventare le ricorrenti minacce di nuovi ridimensionamenti, di quando in quando incombenti in qualche progetto di legge o nelle relazioni delle varie commissioni d'inchiesta per la Pubblica Istruzione¹¹.

L'incapacità di attuare riforme strutturali, la centralizzazione, per quanto imperfetta, la scarsa differenziazione del sistema universitario nel suo complesso, lo rendono rigido e poco sensibile alle innovazioni.

Anche gli elementi di tale impalcatura legislativa che avrebbero consentito una certa deroga a tanta rigidità non furono utilizzati in tal senso. È questo il caso della libera docenza che avrebbe potuto costituire quel grado di elasticità nel sistema didattico universitario che avrebbe consentito l'adeguamento all'evoluzione del sapere di un curriculum tanto uniformato e statico. Già Blaserna¹² nella sua relazione del 1890 sottolinea la differenza in merito con il sistema tedesco dove i professori erano pagati direttamente dagli studenti per il corso impartito e, soprattutto, questi corsi trattavano “*sempre o quasi sempre materie di complemento*”. In Italia, invece, “*in certi casi e sotto certe condizioni*” i docenti venivano retribuiti dalle casse universitarie in base alla lista delle firme di iscrizione degli studenti ai liberi corsi, ciò che aveva dato origine a fenomeni di malcostume. Il limite orario troppo elevato come tetto massimo per l'iscrizione ai singoli corsi aveva inoltre fatto sì che “*lo studente, non trovando corsi ufficiali in numero sufficiente, s'iscriveva a' corsi liberi senza darsi alcuna cura di frequentarli o di chiedere che fossero fatti. In alcune Università e specialmente in quelle di Napoli, gli abusi crebbero a dismisura. Corsi di privati docenti non dati e retribuiti largamente, altri corsi dati in piccola misura e a pochi, ma largamente retribuiti senza alcun controllo, altri infine, d'indole costitutiva e dati da professori ufficiali, pagati come liberi, solo perché studenti di altre Facoltà, non obbligativi, s'iscrivevano liberamente. Vi fu un vero accattonaggio, e la cassa universitaria era*

¹¹Nel 1891 il deputato Sebastiano Turbiglio presenta un disegno di legge per la riduzione a dieci del numero delle Università Regie. Nel 1910 i rappresentanti di alcune Università minori, tra cui Cagliari, sollecitano un'azione comune perché sia modificata la composizione della Commissione nominata dal Ministro della Pubblica Istruzione per predisporre la riforma degli Studi superiori e composta unicamente da rappresentanti delle Università di serie A [79].

¹²*Relazione di Pietro Blaserna al Ministro sul Regolamento generale universitario*, ACS, MPI, Div. Istruzione superiore, Regolamenti delle Università, Scuole e Istituti superiori (1870-1892), b.2, fasc.1.

1.1. IL LIVELLO ISTITUZIONALE. LA FACOLTÀ DI SCIENZE E IL CORSO DI LAUREA

considerata come la sorgente perenne, alla quale molti e molti attingevano come un istituto di beneficenza."

Oltre all'accusa di malcostume, che investe anche i docenti ufficiali, è importante sottolineare il carattere "costitutivo" di tali corsi, piuttosto che "complementare".

In questo contesto anche il curriculum per la Laurea in Fisica rimane pressochè invariato dalla sua nascita per quasi mezzo secolo nonostante i colossali sviluppi della disciplina: l'unico insegnamento di fisica, tra una maggioranza di insegnamenti di matematica, rimane quello di Fisica sperimentale, accompagnato spesso da esercizi. La Fisica matematica, non sempre presente, è generalmente tenuta da un matematico che insegnava anche Meccanica razionale.

Bisogna attendere i primi anni venti perché venga introdotto il corso di Fisica Superiore, mentre la prima cattedra di Fisica Teorica venne istituita a Roma da Corbino per Fermi nel 1926, ma diventerà obbligatoria solo nel 1936-37. Al fine di meglio precisare queste informazioni, si riporta di seguito un'analisi dei Regolamenti speciali per la Facoltà di Scienze, che possano illustrare la nascita e lo sviluppo del curriculum per la Laurea in Fisica. Tale lavoro, effettuato su fonti primarie, si è reso necessario anche per una giusta e piena comprensione dei dati reperiti nei documenti d'archivio e negli Annuari universitari, che prospettando licenze, lauree miste, esami speciali, esami di promozione. . . davano adito a confusione in assenza di precisa conoscenza dei Regolamenti.

Fino al 1848 nelle Università del Regno Sabauda, il corso di Fisica era incluso tra quelli impartiti nella Facoltà di Filosofia e Arti: fu con la legge Boncompagni del 1848¹³ che in tutte le Università del Regno, la Facoltà di Filosofia ed Arti venne divisa in una di Filosofia e Belle Lettere e nella nuova istituzione della Facoltà di Scienze Fisiche e Matematiche.

Tuttavia i tempi per l'applicazione effettiva di questa divisione non furono brevi.

Quando nel 1860 entrò in vigore la legge Casati¹⁴, si riaffermò la distinzione tra la Facoltà scientifica e quella letteraria e si sancì l'effettiva separazione. Leggiamo infatti nell'art. 49 della legge Casati che:

L'insegnamento superiore comprende cinque Facoltà: 1 La Teologia 2 La Giurisprudenza 3 La Medicina 4 Le Scienze fisiche, matematiche e naturali 5 La Filosofia e le Lettere.

¹³R.D. 9 ottobre 1848.

¹⁴R.D. n. 3725 del 13 novembre 1859 del Regno di Sardegna entrato in vigore nel 1860 e successivamente esteso, con l'unificazione, a tutta l'Italia.

per quanto riguarda *gli insegnamenti che dovranno essere dati in un determinato stadio di tempo*, l'art. 51 per la Facoltà di Scienze fisiche, matematiche e naturali prevede:

- 1 *Introduzione al calcolo;*
- 2 *Calcolo differenziale ed integrale;*
- 3 *Meccanica razionale;*
- 4 *Geodesia teorica;*
- 5 *Geometria descrittiva;*
- 6 *Disegno;*
- 7 *Fisica;*
- 8 *Chimica generale;*
- 9 *Mineralogia e Geologia;*
- 10 *Zoologia;*
- 11 *Botanica.*

La legge fissava anche il numero di professori ordinari per ciascuno dei sei Istituti di Istruzione Superiore del Regno¹⁵, essendo assegnati a Cagliari 3 professori per Teologia, 8 per Giurisprudenza, 8 per Medicina, 6 per Scienze fisiche e matematiche compresa la Scuola di applicazione per ingegneri, 3 per Filosofia e Lettere.

Legge Nel 1862 lo stesso Matteucci, che in luglio aveva promulgato la legge sulle
Matteucci tasse universitarie, a settembre emanò il Regolamento speciale per la Facoltà di Scienze fisiche, matematiche e naturali¹⁶ dove leggiamo che questa Facoltà conduce alle quattro lauree distinte in: **1** scienze matematiche pure, **2** scienze fisico-matematiche, **3** scienze fisico-chimiche, **4** storia naturale. Non esiste quindi un Corso di Laurea in Fisica indipendente.

Riporto di seguito l'ordine degli studi per la Laurea in Scienze fisico-matematiche:

I ANNO	II ANNO	III ANNO	IV ANNO
Algebra complementare Fisica	Calcolo differenziale e integrale Fisica	Meccanica razionale Analisi e Geometria superiore	Astronomia e Meccanica celeste Fisica matematica
Chimica inorganica Esercizi di Chimica	Chimica organica Esercizi di Chimica	Mineralogia e Geologia Esercizi pratici di Fisica	Esercizi pratici di Fisica Esercizi pratici di Astronomia e Geodesia

¹⁵Università di Torino, Pavia, Genova, Cagliari, Accademia di Milano e Istituto Universitario di Ciambèri.

¹⁶RD n 842 del 14 settembre 1862, firmato da Matteucci.

1.1. IL LIVELLO ISTITUZIONALE. LA FACOLTÀ DI SCIENZE E IL CORSO DI LAUREA

Il Corso di Fisica è biennale per tutte e quattro le lauree, anche se in Matematica la sua frequenza è prevista nel secondo e terzo anno, mentre degli esercizi di Fisica (senza l'aggettivo pratici) sono previsti anche al primo anno della Laurea in Scienze fisico-chimiche.¹⁷

Dopo aver superato gli esami speciali per ognuno degli insegnamenti obbligatori prescritti, il Regolamento prevedeva un esame di laurea, consistente in una dissertazione e in un esame orale sulle materie attinenti al tema della dissertazione, costituite, nel caso della Laurea in Scienze fisico-matematiche, da Meccanica razionale, Fisica e Fisica matematica, e da Fisica e Chimica inorganica e organica nel caso di Scienze fisico-chimiche. Durante tale dissertazione il candidato doveva “*fornire la prova di una manipolazione di Fisica*” nel caso della Laurea in Scienze fisico-matematiche e “*di una di Chimica*” nel caso di Scienze fisico-chimiche.

Nel 1875 il Regolamento generale Bonghi¹⁸ introdusse delle particolari novità, prevedendo, nell'ambito di una pluralità di gradi accademici, tre tipi di esami: annuali, di promozione e di laurea.

Negli esami annuali i professori

... esamineranno sulla materia insegnata nell'anno i propri studenti. Nelle sedute d'esame gli studenti avranno tutti diritto d'intervenire. L'esame sarà fatto in iscuola.

Il professore potrà esimere dall'esame quelli del cui profitto si sia potuto accertare durante l'anno.

Anche per gli esami complessivi di promozione ed esami finali, si rimanda ai Regolamenti di Facoltà per quanto riguarda “*il tempo, il numero e il tenore degli esami*”.

Il Regolamento per la Facoltà di Scienze¹⁹ prevede due gradi accademici: la licenza, da conseguire dopo il primo biennio di studi, e la laurea, da conseguire previo ottenimento della licenza e frequenza con profitto del secondo biennio. L'art. 4 recita che la Facoltà *conferisce i seguenti attestati: 1 La licenza nelle scienze matematiche e fisiche; 2 La licenza in scienze naturali; 3 La laurea in matematica; 4 La laurea in fisica, 5 La laurea in chimica; 6 La laurea in scienze naturali.*

¹⁷Gli altri insegnamenti obbligatori della Facoltà sono: 1 Algebra complementare; 2 Geometria analitica; 3 Calcolo differenziale e integrale; 4 Meccanica razionale; 5 Geometria descrittiva; 6 Geodesia teoretica; 7 Astronomia; 8 Analisi superiore; 9 Geometria superiore; 10 Meccanica celeste; 11 Fisica matematica; 12 Disegno; 15 Fisica; 16 Mineralogia e Geologia; 17 Zoologia; 18 Anatomia comparata; 19 Botanica.

¹⁸R.D. 3 ottobre 1875, n 2728.

¹⁹R.D. 11 ottobre 1875, n 2742.

La licenza si consegue per esame, cui si è ammessi dopo la frequenza di due anni di corso nei quali si sia conseguito un attestato di “*assistenza e di profitto sopra ciascuna delle materie*” obbligatorie. Tali materie per la prima licenza sono: Fisica sperimentale, Chimica, Analisi algebrica, Analisi infinitesimale, Geometria analitica, Geometria proiettiva e descrittiva con disegno: tutti corsi annuali, eccetto l’ultimo, biennale.

Si noti come nella dicitura del corso di Fisica ci sia l’aggettivo “sperimentale”, e come questa sia diventata la prima materia dell’elenco, posizione tenuta anche nell’elenco globale dei corsi della Facoltà.

Coerentemente con il regolamento generale

Art 10. L’esame di licenza è sostenuto in due sedute. Per la licenza in scienze matematiche e fisiche, il candidato è esaminato in una seduta in analisi e geometria, nell’altra in fisica e chimica. Per la licenza nelle scienze naturali, il candidato è esaminato in una seduta in chimica e fisica, e nell’altra in mineralogia e geologia, botanica, zoologia, anatomia e fisiologia comparate. Ciascuna seduta dura di regola un’ora, ed è in facoltà della commissione di aggiungere prove scritte e pratiche alle orali.

Ecco dunque quelli che sono detti “*esami per gruppi di materie*”, in vigore per poco tempo ma proprio negli anni in cui si laureò Giovanni Guglielmo, il cui certificato di laurea, infatti, risulterebbe poco chiaro senza la conoscenza dei Regolamenti.

Gli esami per gruppi di materie erano scanditi in maniera rigida e avevano carattere sbarrante: si voleva così ridurre lo spazio di manovra concesso agli studenti per quanto riguarda la gestione dei tempi di sostenimento degli esami. La pluralità dei professori nella commissione degli esami per gruppi di materie, voleva invece superare il rapporto chiuso e circolare tra lezioni ed esami, spesso criticato e oggetto in quegli anni di numerose polemiche [71]. Scriveva Pasquale Villari nel 1866:

*Che cosa segue fra di noi? Il giorno in cui voi nominate un professore straordinario, egli è sicuro de’ suoi scolari, che a lui debbono ripetere nell’esame ciò che egli ha detto a lezione. Voi volete sperimentarlo; ma chi vi dà la prova sicura del suo valore nell’insegnamento, quando la sola vera prova è l’esame che fa egli stesso?*²⁰

Le licenze davano poi accesso al secondo biennio di studi per chi voleva conseguire la Laurea (la Licenza fisico-matematica alle Lauree in Fisica, in

²⁰Villari P., *L’insegnamento universitario e le sue riforme*, 1866. Citazione tratta da SANDULLI [71]

1.1. IL LIVELLO ISTITUZIONALE. LA FACOLTÀ DI SCIENZE E IL CORSO DI LAUREA

Matematica e in Chimica; la Licenza in Scienze naturali alle Lauree in Scienze naturali e in Chimica).

Recita l'art 15:

per la laurea in fisica bisogna aver atteso per i due anni ad esercizi e lavori sperimentali in un laboratorio di fisica, aver fatto almeno per un semestre esercizi pratici di chimica e aver seguito del pari con profitto il corso di meccanica razionale, un corso di fisica matematica ed almeno un altro corso nella Facoltà di scienze, e due in quella di filosofia e lettere²¹

Questo legame ancora presente con le discipline umanistiche fa intendere il carattere di “filosofia naturale” con cui era ancora concepita la Fisica.

Per conseguire la Laurea era necessario sostenere un esame consistente in una prova pratica e in una prova orale che verteva “*non solo sulla materia da cui fu estratto il soggetto della prova pratica, ma anche sulle altre studiate nel secondo biennio*”.

La successiva legge Coppino²² manterrà gli esami per gruppi di materie, Legge aumentando a tre le sedute per la Licenza in Scienze matematiche e fisiche: Coppino nella prima il candidato è esaminato in Algebra ed in Calcolo infinitesimale, nella seconda in Geometria analitica ed in Geometria proiettiva e descrittiva, e nella terza in Fisica e in Chimica.

Per ogni singola materia si parla invece del conseguimento di un attestato “di diligenza”, non più di “assistenza e profitto”, facendo così pensare ad un effettivo maggior peso dell'esame di promozione.

Tra le materie obbligatorie nel secondo biennio per la Laurea in Fisica, oltre a Meccanica razionale e Fisica matematica, troviamo Mineralogia mentre scompaiono i due corsi mutuati dalle Facoltà umanistiche. Un quarto corso andava scelto tra quelli messi a disposizione dalla Facoltà .

Questo succedeva per la Facoltà di Scienze. In realtà il Regolamento generale Coppino lasciava scegliere alle singole Facoltà quali dei contemplati esami istituire e così l'esame di Licenza fu abolito in Giurisprudenza, e quello di promozione fu abolito in Lettere e Filosofia.

In tal modo, anzichè risolvere i dubbi, si creava ulteriore confusione e commistione tra il compimento del curriculum e il superamento dell'esame, da un lato, finendosi per identificare, erroneamente, il conseguimento dei diplomi intermedi con il positivo

²¹Grassetto del redattore

²²R.D. 8 ottobre 1876, n 3434

esito dell'esame finale e, dall'altro, creandosi asimmetria tra le Facoltà in ordine ai titoli di studio conseguibili. [71]

Regolamento Baccelli Nel 1882 il Regolamento generale Baccelli²³ abrogò gli esami di promozione e di licenza, contemplando solo gli esami speciali e di Laurea²⁴, come sarà poi nei successivi regolamenti fino ai nostri giorni. In realtà la modalità di esame per gruppi di materie si ritrova nello Statuto della Regia Università di Cagliari approvato nel 1924, ma avrà vita breve: già nel 1925 infatti verrà ripristinata la corrispondenza tra singoli corsi ed esami particolari che rimarrà una caratteristica consolidata dell'Istruzione superiore italiana fino ai giorni nostri.²⁵

Regolamento 1902 La suddivisione invece in due bienni perdurerà a lungo e nel Regolamento speciale del 1902²⁶ troviamo istituita una terza licenza, in Chimica, che dava adito solo alla Laurea in Chimica (mentre la Licenza fisico-matematica continuava a dar adito alla Laurea in Matematica e alla laurea in Fisica e, qualora integrato con l'esame di Disegno di ornato e di architettura, alla Scuola di applicazione per ingegneri).

Nel Corso di studi di tutte e tre le licenze il corso di Fisica diventa biennale, mentre in quello fisico-matematico troviamo l'aggiunta di Mineralogia (precedentemente nel secondo biennio), l'estensione di Chimica con "Chimica organica e inorganica" e alcuni mutamenti di dicitura per gli esami di matematica²⁷.

Nel secondo biennio per il conseguimento della Laurea in Fisica era previsto l'insegnamento di Fisica Complementare, che, qualora presente nella Facoltà, avrebbe costituito materia obbligatoria d'esame. Viene introdotto un esame pratico di Fisica già al terzo anno, mentre per l'esame finale, oltre alla dissertazione, le prove pratiche da sostenere diventano due.

Regolamento 1906 A meno dell'esame di mineralogia, riportato nel secondo biennio, praticamente inalterato rimane il primo biennio per la Licenza fisico-matematica

²³approvato con R.D. 12 febbraio 1882, n 645

²⁴Vedere SANDULLI [71]

²⁵Si veda la parte relativa agli Statuti dell'Università di Cagliari.

²⁶R.D. 13 marzo 1902

²⁷Al posto di Algebra, Analisi algebrica e al posto di Calcolo infinitesimale, Analisi infinitesimale.

1.1. IL LIVELLO ISTITUZIONALE. LA FACOLTÀ DI SCIENZE E IL CORSO DI LAUREA

²⁸ nel regolamento speciale del 1906²⁹, mentre nel secondo biennio, oltre a Mineralogia, Meccanica razionale e Fisica matematica vengono contemplati Fisica complementare, Fisica terrestre oppure Astronomia (a scelta dello studente), Chimica fisica, oppure Elettrotecnica (a scelta dello studente): qualora questi ultimi insegnamenti non siano impartiti a titolo ufficiale in un'Università, lo studente dovrà scegliere tra altri corsi indicati dalla Facoltà al fine di raggiungere il numero di sei insegnamenti totali.³⁰

Il Regolamento speciale del 1910³¹, oltre ad abolire completamente le licenze, divide le materie, già distinte in fondamentali e complementari nel coevo testo unico,³² in gruppi "di scienze sostanzialmente tra loro connesse", non per il sostenimento accorpato degli esami, bensì per la possibilità introdotta di un eventuale trasferimento di un professore ordinario, la cui cattedra non fosse di carattere complementare, ad un'altra cattedra dello stesso gruppo. Al I gruppo appartenevano Fisica sperimentale e Fisica tecnica (Scuole di applicazione per ingegneri); al VI gruppo Analisi superiore, Fisica matematica, Meccanica superiore: a dimostrazione di come Fisica matematica fosse una materia più affine alla Matematica che alla Fisica. Al IX gruppo

Regolamento
1910

²⁸Vi sono due Licenze per le Scienze fisico-matematiche: una che conduce alle Lauree universitarie, con gli stessi insegnamenti previsti nel regolamento precedente, e una che conduce alla Scuola d'applicazione per ingegneri, con due esami supplementari, Mineralogia e Disegno di ornato e di architettura elementare. Ciò che ufficializzava una situazione di fatto già esistente.

²⁹R.D. 17 maggio 1906, n 409

³⁰Sempre inalterata la frequenza biennale del laboratorio di Fisica e semestrale del laboratorio di Chimica, e le modalità di esame finale.

³¹Il 9 agosto 1910 furono emanati tre R.D:

n 795, che approva il testo unico delle leggi sull'Istruzione superiore;

n 796 che approva il Regolamento generale universitario;

n 808 che approva i Regolamenti speciali per le singole Facoltà.

³²R.D. 9 agosto 1910, n 795:

Le materie di insegnamento nelle diverse Facoltà, Scuole o Istituti sono fondamentali o complementari.

Sono fondamentali le seguenti materie, gli insegnamenti delle quali devono essere dati in un determinato stadio di tempo e per le quali l'esame o la frequenza sono obbligatorie per il conseguimento di lauree o diplomi.

Vengono dunque individuate le materie fondamentali per la Facoltà di Scienze: 1 Fisica sperimentale; 2 Chimica inorganica; 3 Chimica organica; 4 Mineralogia; 5 Botanica; 6 geologia; 7 Zoologia; 8 Anatomia e fisiologia comparate; 9 Analisi algebrica; 10 Analisi infinitesimale; 11 Geometria analitica; 12 Geometria proiettiva con disegno; 13 Geometria descrittiva con disegno; 14 Disegno d'ornato e di architettura elementare; 15 Meccanica razionale; 16 Geodesia teoretica; 17 Fisica matematica; 18 Analisi superiore; 19 Geometria superiore; 20 Meccanica superiore.

Geodesia teoretica, Geodesia e geometria pratica, Astronomia.

Il Corso completo per la Laurea in Fisica prevedeva 11 esami speciali sulle materie:

- 1 Fisica sperimentale (biennale);
- 2 Chimica inorganica e organica;
- 3 Analisi algebrica;
- 4 Analisi infinitesimale;
- 5 Geometria analitica;
- 6 Geometria proiettiva e descrittiva con disegno;
- 7 Analisi superiore;
- 8 Meccanica razionale;
- 9 Fisica matematica;
- 10 Geodesia teoretica limitatamente alla parte che si riferisce alla teoria di errori di osservazione;
- 11 un corso di Fisica complementare, o di Fisica terrestre o di Chimica fisica (dove esistono).³³

Decreti
1921 e
1922

Il decreto 24 novembre 1921³⁴ apporta modificazioni al Regolamento del 1910 appena descritto con l'introduzione delle due Lauree miste: una in Scienze fisiche e matematiche e l'altra in Scienze fisiche e naturali. I curricula di queste lauree, meglio definiti con le integrazioni del decreto del febbraio 1922³⁵ sono progettati per preparare i laureati all'insegnamento nella Scuola media, finalità precedentemente espletata dalle Scuole di magistero o con l'aggiunta di un quinto anno di insegnamenti speciali al normale curriculum.

La laurea in scienze fisiche e matematiche costituisce titolo di abilitazione all'insegnamento della matematica e della fisica in qualunque ordine e grado di scuole medie e all'insegnamento della chimica e della geografia fisica e astronomica, quando queste discipline facciano parte della stessa Cattedra di Fisica.

Oltre che frequentare otto dei corsi previsti per la Laurea in Fisica³⁶ e superare i relativi esami, gli aspiranti alla Laurea mista in Scienze fisiche e

³³Rimangono invariati i laboratori e le modalità di sostenimento dell'esame finale.

³⁴R.D. n 1837, 24 novembre 1921, che apporta modificazioni al Regolamento speciale della Facoltà di Scienze fisiche, matematiche e naturali, approvato con R.D. 9 agosto 1910, n 808.

³⁵R.D. 19 febbraio 1922, che apporta modificazioni a quello 24 novembre 1921, n 1817, sulle Lauree miste in Scienze fisiche e matematiche e in Scienze fisiche e naturali.

³⁶Fisica sperimentale (biennale); Chimica inorganica e organica (due esami speciali se sono due corsi distinti); Analisi algebrica; Analisi infinitesimale; Geometria analitica e proiettiva; Geometria descrittiva con disegno; Meccanica razionale; un corso a scelta di Fisica matematica o di Fisica complementare.

1.2. L'ORGANIZZAZIONE DELLA RICERCA: LA COMUNITÀ DEI FISICI E I FINANZIAMENTI

matematiche

*dovranno frequentare per due anni un laboratorio di fisica, dei quali uno per esercitazioni di misure e uno per preparazione di esperienze scolastiche; e per un anno un laboratorio di chimica per preparazione di esperienze scolastiche*³⁷.

*Infine dovranno seguire un corso biennale di conferenze ed esercitazioni didattiche e metodologiche in fisica aventi la durata di tre ore settimanali destinate a completare la coltura matematica degli aspiranti alla laurea mista, specialmente in quei campi superiori che sono più strettamente collegati con le questioni di matematiche elementari, e accompagnato da esercitazioni didattiche e metodologiche.*³⁸

L'esame finale, oltre che una prova pratica, una prova scritta e un esame orale atto a dimostrare la perfetta conoscenza della materia che si dovrà insegnare, prevede anche una lezione pubblica di prova su un argomento scelto nei programmi delle scuole medie, comunicato al candidato 24 ore prima della lezione.

Siamo ormai alle soglie del 1923, anno in cui la legge Gentile³⁹, introducendo autonomia giuridica, amministrativa e didattica, delegherà le singole Università alla regolamentazione delle proprie Facoltà all'interno del proprio Statuto, da applicarsi previa approvazione del Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione e del Ministro.

Lo studio proseguirà dunque con l'analisi dei documenti che porteranno alla nascita e alle modifiche dello Statuto della Regia Università di Cagliari.

1.2 L'organizzazione della ricerca: la comunità dei fisici e i finanziamenti alla ricerca

La comunità dei fisici italiani è, sia dopo l'unificazione del Paese che per tutto il periodo qui preso in esame fino alle soglie della seconda guerra mondiale, una comunità di assai piccole dimensioni⁴⁰. Come si è già accennato nelle

³⁷R.D. 1837, 24 novembre 1921.

³⁸R.D. 139, 19 febbraio 1922.

³⁹Per Legge Gentile si intende una serie di Regi Decreti Legislativi:

R.D. 31 dicembre 1922, n.1679; R.D. 16 luglio 1923, n.1753; R.D. 6 maggio 1923, n.1054; R.D. 30 settembre 1923, n.2102 e R.D. 1 ottobre 1923, n.2185.

⁴⁰Si vedano: [3], [4], [7], [34], [35], [36], [49], [46], [61], [70], [82].

premesse, essa si può considerare costituita principalmente dai fisici accademici, in piccolo numero da insegnanti di fisica delle scuole secondarie e, in minima parte, da fisici operanti in strutture extra-universitarie ed extra-scolastiche.

Mentre il numero di quest'ultima categoria non è noto ma, valutata dal punto di vista della produzione scientifica, la loro presenza non appare rilevante (anche se qualche studio specifico si occupa di essa, come ad esempio in [59] e [60]), gli insegnanti di scuola superiore costituiscono una categoria di un certo peso anche nel panorama della ricerca di fine Ottocento, in quanto essi, almeno nel primo periodo da noi preso in esame, praticano ricerca grazie alla strumentazione presente nelle scuole, pubblicano i loro risultati e hanno modo di avere scambi con i docenti universitari. Uno dei luoghi privilegiati per tali incontri è la SIF (Società Italiana di Fisica). Non bisogna dimenticare che in questo periodo molti docenti universitari hanno iniziato la loro carriera nella scuola superiore [35].

Nel 1870 il numero di Università nel territorio nazionale è di 21, considerando anche le quattro "libere", e secondo i dati dell'Istituto Centrale di statistica⁴¹, nell'anno accademico 1871-72, al Corso di Laurea in Fisica erano associati 13 professori di ruolo e 15 assistenti. Infatti non solo non tutte le Università erano abilitate a conferire la Laurea in Fisica (come Cagliari che istituirà il corso di laurea completo solo nel 1923) ma alcune non possedevano neanche la cattedra di Fisica. Nel 1894 le cattedre di Fisica sperimentale e di Fisica matematica erano 15 sul territorio nazionale, numero esiguo in assoluto ma ancor di più se paragonato alle 47 cattedre di Matematica, alle 87 di materie filosofiche e letterarie, alle 166 di materie giuridiche e alle 195 di Medicina. Agli inizi del secolo scorso ciascun Corso di Laurea in Fisica contava mediamente 7 iscritti (sul totale dei quattro anni previsti dallo Statuto) e vi era in media un laureato all'anno.

Un tipico "gruppo di ricerca" in una Facoltà era quindi tipicamente costituito da un solo professore di ruolo e da un solo assistente, ai quali si affiancava spesso un tecnico di laboratorio le cui capacità professionali erano molto variabili⁴².

Anche se viene rilevata una crescita del numero dei fisici nel periodo 1971-1927, non bisogna dimenticare che quello che crebbe in realtà fu il numero

⁴¹Dati riportati in diverse fonti tra quelle citate per questa sezione: [4], [35], [49]

⁴²A Cagliari ad esempio operò come "preparatore" per molti anni Giuseppe Dessì, che fu valido collaboratore di Antonio Pacinotti e lavorò anche con Giovanni Guglielmo. Dalla tabella sul personale nel Gabinetto dell'Università di Cagliari, si può ricavare la non perfetta definizione dei ruoli nel Gabinetto: da serviente, una sorta di bidello, si poteva passare a tecnico preparatore, da tecnico preparatore ad assistente ... così che risulta in effetti difficile stabilire le esatte competenze di ogni figura professionale.

1.2. L'ORGANIZZAZIONE DELLA RICERCA: LA COMUNITÀ DEI FISICI E I FINANZIARI

di assistenti, secondo un andamento peculiare di tutta le Facoltà di Scienze e di Medicina e che non trova riscontro invece nelle Facoltà umanistiche.

Nel 1926 per tutti i corsi di Fisica delle Università italiane si contano 20 professori di ruolo e 45 assistenti; per quanto riguarda il numero degli studenti, bisognerà attendere il secondo dopoguerra perché esso cresca in maniera consistente: in media 18 iscritti e 3 laureati all'anno.

La ridotta dimensione di quello che qualche studioso esita pure a chiamare "gruppo di ricerca" costituì un limite strutturale non indifferente allo sviluppo di quel livello di discussione e di scambio che è presupposto indispensabile per l'impresa scientifica, soprattutto se i collegamenti esterni non sono continui e significativi.

Una struttura gerarchica, basata sul potere della cattedra del professore ordinario, limitava ulteriormente la possibilità di un reale scambio proficuo internamente al gruppo.

E la cattedra fu per lungo tempo legata alla funzione didattica, di trasmissione e manipolazione dotta di un sapere già costituito ed affermato, piuttosto che alla funzione di produzione di nuove conoscenze.

La figura del professore-ricercatore non era estranea al mondo accademico italiano dell'epoca, tuttavia il ruolo della docenza e della preparazione alle professioni era sicuramente preponderante rispetto all'attività di ricerca che aveva un carattere quasi volontario e amatoriale, non volendo con quest'ultimo termine indicare una mancanza di rigore e di metodo, ma piuttosto la mancanza di una certa sistematicità e continuità nella produzione scientifica, una modalità della comunicazione scientifica basata fondamentalmente sugli scambi personali e una quasi totale noncuranza all'addestramento di nuovi ricercatori.

Il periodo a cavallo tra '800 e '900 si caratterizza proprio per quel fenomeno che a livello europeo vede la transizione da un modello "amatoriale" della scienza a una professionalizzazione della ricerca accademica, anche se c'è chi sostiene⁴³ che in Italia tale processo sia in realtà rimasto incompiuto.

Questa professionalizzazione avviene tramite diversi fattori: nell'affermarsi prima di tutto del riconoscimento della preminenza, o per lo meno dell'uguale importanza, dell'attività di ricerca rispetto a quella didattica che si esplica istituzionalmente con l'imporsi del sempre maggior peso della valutazione dei titoli rispetto all'esame nei concorsi e negli avanzamenti di carriera, ciò che in effetti si verificò in Italia nel periodo in esame. Questo processo, se da un lato costituisce un punto fondamentale per la modernizzazione dell'organizzazione della ricerca, dall'altro dà origine a problematiche oggi profondamente sentite, in epoca in cui si discute tanto di "criteri di valutazione" degli Atenei

⁴³Tesi esplicitamente sostenuta da Ancarani in [3].

e dei singoli, ma che già nei primi anni del Novecento rendeva palesi i suoi inconvenienti e cioè quella che Luigi Ceci nel 1914 aveva definito “pseudo produttività”:

*I nostri concorsi alimentano una pseudo produttività che spaventa. Più che alla qualità si mira alla quantità. Questa si riesce facilmente a pesarla; quella più difficilmente si lascia vagliare e valutare*⁴⁴

Un altro aspetto della professionalizzazione della ricerca è l’affermarsi di standard condivisi a livello nazionale ed internazionale e di valori che Ancarani chiama “*disciplinari*” (definiti da una comunità internazionale di appartenenti alle varie discipline scientifiche) in opposizione ai “*tradizionali valori e legami corporati orientati alle istituzioni locali di appartenenza*”. A tal proposito va sottolineato come si fosse realizzata una forte concentrazione di potere attorno alla figura del professore ordinario che di fatto contrastava le tendenze accentratrici e rendeva inefficace l’effettivo controllo centrale sul personale e sull’attività scientifica e didattica.

Un elemento che contribuisce allo sviluppo di valori culturali e disciplinari universalistici è la nascita di Società disciplinari, frequentate da professionisti della ricerca, organizzatrici di Congressi periodici e fautrici della pubblicazione di riviste periodiche specializzate.

In Italia i primi Congressi scientifici, che ebbero inizio a Pisa nel 1839, furono più significativi rispetto al progetto di unificazione della penisola e di realizzazione nella Scienza dell’ideale unitario, che sul piano della circolazione delle idee strettamente scientifiche [7].

Per quanto riguarda la Fisica, la fondazione della Società Italiana di Fisica (SIF) risale al 1897, mentre in Francia un’analoga società nazionale è presente dal 1854, in Inghilterra dal 1874 e negli USA dal 1888.

Giuliani [35] ci parla approfonditamente della nascita della Società, delle modalità delle sue riunioni, degli argomenti ivi trattati e soprattutto delle pubblicazioni sul Nuovo Cimento, organo ufficiale della SIF e fino al 1935 circa, periodico veramente significativo della produzione scientifica italiana.⁴⁵

Uno degli aspetti più interessanti, già prima menzionato, è l’attiva partecipazione dei professori di Scuola secondaria alla SIF: al momento della fondazione su un totale di 214 soci, ben 110 risultano docenti di Scuola secondaria. Si capisce che tale partecipazione è attiva e non solamente formale dall’analisi delle discussioni avvenute all’interno delle riunioni: molte di esse riguardano

⁴⁴Relazione generale Ceci pubblicata nel 1914 a conclusione dei lavori della Commissione Reale per il riordinamento degli Studi superiori, citata in [64].

⁴⁵In questo anno infatti Fermi decide di pubblicare sulla Rivista del CNR, che consentiva minori tempi di pubblicazione [35]

1.2. L'ORGANIZZAZIONE DELLA RICERCA: LA COMUNITÀ DEI FISICI E I FINANZIARI

argomenti di didattica con un proficuo scambio di vedute tra le due categorie di professori, con delle ricadute positive sulla formazione degli studenti e sulle motivazioni degli insegnanti che sono facilmente intuibili.

Anche le pubblicazioni sul Nuovo Cimento dei docenti di Scuola superiore sono apprezzabili sia per entità che per qualità.

Purtroppo a partire dal secondo decennio del Novecento questo virtuoso connubio inizia a venir meno: nel Regolamento generale universitario del 1910 sono dichiarati “*incompatibili gli uffici di assistente e di professore delle scuole secondarie*”; nello stesso anno, come riferito sempre da Giuliani, Corbino ritiene già non più favorevole la ricerca nelle Scuole secondarie e a partire dal 1915 le pubblicazioni nel Nuovo Cimento da parte dei docenti delle Scuole subisce un forte declino⁴⁶.

L'esiguità della comunità dei fisici italiani e soprattutto il basso tasso di crescita della sua componente più influente istituzionalmente, i professori ordinari, non giocò di certo a favore nella lotta per l'accaparramento dei modesti fondi stanziati per la ricerca⁴⁷.

Oltre alla scarsità delle risorse finanziarie disponibili per l'Istruzione superiore nel suo insieme, ciò che viene in più fonti sottolineata è l'anomalia del sistema di finanziamento e la “*differenza strutturale esistente tra i pochissimi capitoli riservati alla spesa ordinaria, e i numerosi, frammentati interventi straordinari, riguardanti in gran parte spese edilizie, o per l'acquisto di materiale scientifico, che erano l'oggetto vero e diretto delle pressioni sul ministero da parte dei singoli atenei*”[55].

Ritorna dunque anche in questo ambito, la questione del peso dell'iniziativa locale e dell'intraprendenza dei singoli Direttori di Gabinetti, tanto più proficua quanto maggiore fosse stato il suo peso accademico o politico. Questi meccanismi vengono colti e denunciati nelle Relazioni pubblicate nel 1910 dalla Reale Commissione d'inchiesta per la Pubblica Istruzione e riportati in [55]. In essa si riferisce riguardo a certi Atenei:

l'influenza politica e l'autorità scientifica dei capi, i quali o sono anche uomini politici, ovvero solo scienziati di gran fama, spesso colleghi ed amici dei ministri. Vi sono capi d'istituto che richiedono maggiori fondi con insistenza e talora con arroganza; altri timidi o indifferenti; altri che richiedono saltuariamente ed a lunghi periodi. Il Ministero, di fronte a ciò, smarrisce il senso della misura. Del resto guida per il Ministero è la popolazione

⁴⁶Si veda fig. 3 p. 24 in [35]

⁴⁷Sui fondi per la ricerca si vedano FINZI ROBERTO, LAMA LUISA, *I conti dell'Università. Prime indagini: 1880/1923*, [30] in [11]. Si vedano anche [29],[36],[34],[55].

*scolastica, nel decidere intorno all'ammontare delle dotazioni, e nell'accogliere i desiderata dei rettori e direttori*⁴⁸

E su questo sfondo che costituisce uno degli aspetti della “centralizzazione imperfetta”, trovano spazio anche episodi di malcostume, talora anche pittoreschi, e la violazione delle rigide formalità di legge per ovviare a una miope burocrazia che, già da allora, si adoperava zelantemente alla paralisi degli istituti.⁴⁹ Al di là di questo quadro qualitativo, le analisi quantitative sui fondi stanziati per la ricerca sono in generale presentate con molta cautela per via di difficoltà metodologiche nel trattamento di dati che sono considerati a volte non del tutto indicativi delle cifre effettivamente spese, come ad esempio nel caso dei bilanci del Ministero della Pubblica Istruzione, i quali presentano inoltre un altro inconveniente: la eccessiva generalità delle voci di spesa. Per quanto riguarda gli Annuari Statistici Italiani, si lamenta addirittura una totale mancanza della voce del costo della ricerca, mentre i bilanci delle singole Università, pur essendo più dettagliati, risulterebbero talvolta poco trasparenti. Fondamentale per avere un quadro realistico dei finanziamenti alla ricerca, è la considerazione delle varie convenzioni sottoscritte dallo Stato con gli enti locali, sia per il pareggiamento delle Università declassate dalla legge Matteucci, che per miglioramenti e ristrutturazioni di vari Istituti. Finzi e Lama [30] mettono in relazione questi dati con le fluttuazioni delle spese straordinarie, ipotizzando la corrispondenza dei grossi impegni finanziari dello Stato con ogni convenzione stipulata con gli enti locali. “*Praticamente nessuna Università rimase esclusa da questi benefici. Con più forza gli Atenei di più antica storia, con minore capacità contrattuale quelli più recenti e marginali; tutti partecipano alla spartizione delle risorse straordinarie*” [30].

I finanziamenti sono tuttavia considerati insufficienti per le necessità della ricerca.

Comunque sia viene sottolineata l'importanza per l'accesso alle risorse nazionali di una forte capacità contrattuale, requisito presumibilmente non posseduto dall'Università di Cagliari, che impiegò quarant'anni per ottenere il pareggiamento.

⁴⁸Inchiesta 1910, p. 62, come riportato in [55].

⁴⁹Sempre tratto dall'inchiesta del 1910:

Altro direttore di gabinetto ha riferito di aver acquistato uno spettroscopio Zeiss per lire 2000 e di averlo pagato a 500 lire l'anno. Acquisterà e pagherà nello stesso modo un apparecchio per i raggi Roentgen. Il direttore ha affermato che non si può fare diversamente, e che, seguendo le norme della legge di contabilità generale, si finirebbe coll'arrestare il funzionamento del gabinetto

1.3 La formazione dei ricercatori

Uno dei fattori qualificanti come “moderna” una comunità di ricerca, è la sua attenzione prestata alla formazione dei ricercatori, ossia la capacità di costituire una “scuola di ricerca”, intendendosi con questo termine *secondo Geison, un piccolo gruppo di scienziati localizzato nel medesimo istituto o laboratorio, che persegue un programma di ricerca sufficientemente coerente insieme a studenti avanzati mediante dirette e continue interazioni sociali e culturali* [3].

Secondo Ancarani le scuole di ricerca in senso proprio sono rare nel panorama scientifico nazionale, anche a causa della frammentazione del sistema accademico e del ritardo nella formazione di strutture associative-professionali.

Solo in pochi istituti vi è una certa differenziazione fra il tipo di addestramento da impartire ai pochi studenti che intendono proseguire un’attività di ricerca ed i molti che si preparano ad un insegnamento secondario o a tutt’altra professione. La ricerca più che una professione è intesa come attività riservata a persone altamente dotate né si ritiene in generale che fra i compiti dei professori vi sia quello di una formazione avanzata per gli studenti più promettenti.

In queste condizioni alla scienza italiana è mancata in generale una continuità di azione[3].

Queste affermazioni vengono confermate per quanto riguarda la Fisica da uno studio di Barbara Reeves [65] sulle tradizioni di ricerca in Italia a fine Ottocento.

Facendo riferimento a questo testo con qualche altra integrazione⁵⁰, si è cercato di riassumere in uno schema le principali genealogie di ricerca.

La Reeves traccia una genealogia dei fisici italiani per stragrande maggioranza di formazione fortemente sperimentale risalente ai due maestri d’oltralpe Victor Regnault e Gustav Magnus, e arriva alla conclusione che pochi furono i maestri come ad esempio Naccari, Battelli, Blaserna, Roiti che si dedicarono alla formazione dei giovani ricercatori e che ebbero il carisma per guidarli.

Tanti altri fisici di cui Volta viene citato come esempio favorito, non riuscirono a stabilire un forte legame tra le proprie ricerche e l’insegnamento della ricerca, con grave danno per la fisica italiana.

⁵⁰Si vedano [61], [48], [74].

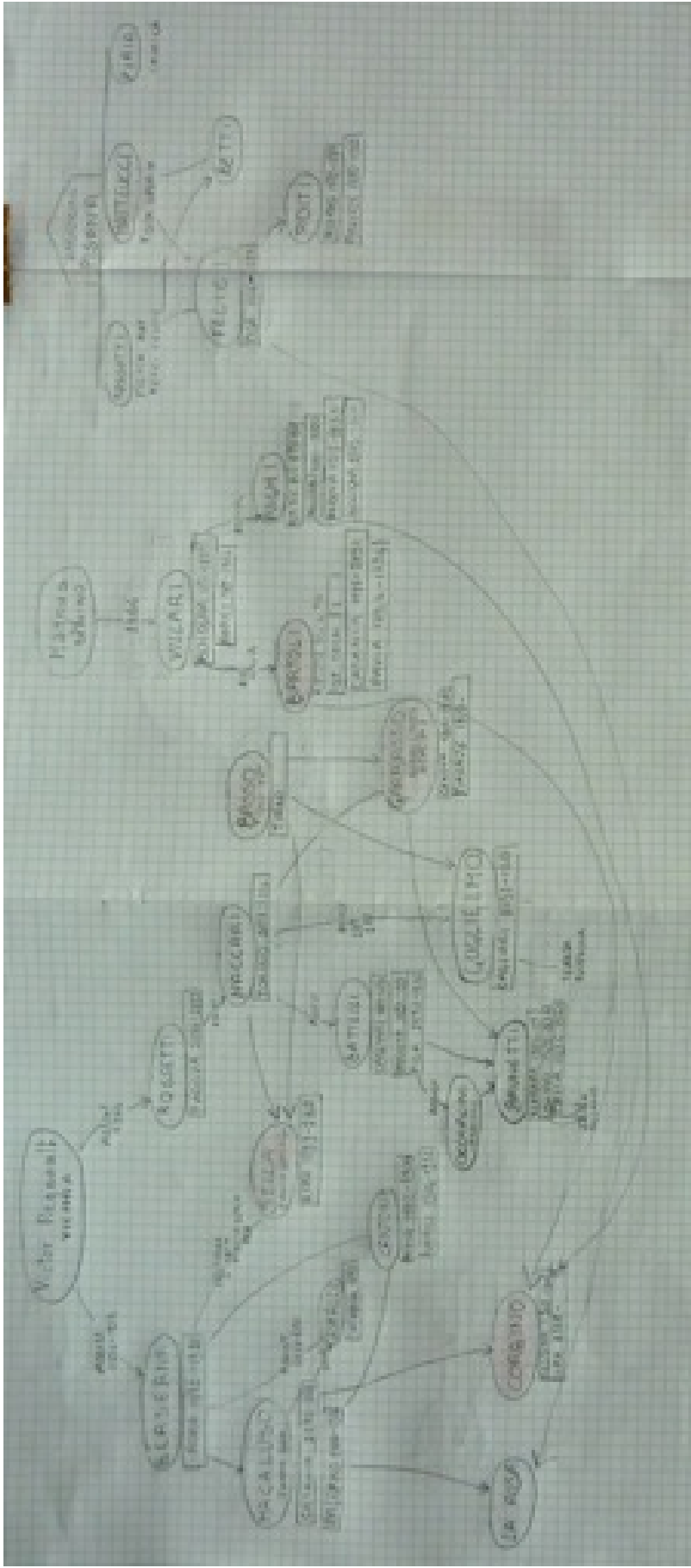


Figura 1.1: Tradizioni di ricerca in Italia a fine ottocento

La Reeves sostiene che dopo l'avvizzimento delle scuole di fine Ottocento, bisognerà attendere Fermi per una vera scuola di ricerca. Forse perchè ormai oltre il limite temporale su cui si focalizza la Reeves, ma mi sembra sia stato sottovalutato il ruolo svolto da Rita Brunetti, che mostrò grandi doti di formatrice del personale in tutti i laboratori di cui ebbe la direzione, sia ad Arcetri, sia a Cagliari che a Pavia.

1.4 La nuova Fisica entra in Italia

In letteratura sono frequenti i riferimenti allo stato di aggiornamento della Fisica italiana rispetto alle rivoluzionarie tematiche emergenti agli inizi del Novecento e si concorda su un giudizio di sostanziale ritardo e di estraneità della nostra Fisica rispetto agli sviluppi principali della disciplina, non essendoci contributi eclatanti in tal senso di fisici italiani prima di Fermi.

Un'analisi sistematica mirata alla disamina degli argomenti trattati nelle riviste scientifiche e nei manuali italiani del periodo aiuta a capire meglio entità, periodizzazione e motivazioni di tale ritardo. Le fonti cui si è fatto riferimento per tale indagine sono fondamentalmente:

GIULIANI GIUSEPPE, *Il Nuovo Cimento. Novant'anni di fisica in Italia. 1855-1944*, Percorsi della Fisica, La Goliardica Pavese, Pavia 1996, [35]

MARAZZINI PAOLANTONIO, *Nuove radiazioni, quanti e relatività in Italia. 1896-1925*, Percorsi della Fisica, La Goliardica Pavese, Pavia 1996, [52]

MAIOCCHI ROBERTO, *La scienza e la filosofia italiane di fronte alla teoria della relatività*, Franco Angeli libri, Milano 1985, [47]

MAIOCCHI ROBERTO, *Non solo Fermi. I fondamenti della meccanica quantistica nella cultura italiana tra le due guerre*, Le lettere, Firenze, 1991, [48].

Il punto di vista di Maiocchi è particolare, in quanto focalizza l'attenzione sulla discussione sui fondamenti della disciplina, ciò che porta comunque a uno studio delle modalità e dei tempi di introduzione della nuova Fisica in Italia, per noi molto interessante.

Giuliani fa un'elaborazione globale, per argomenti e tipologia, di tutti gli articoli comparsi sul Nuovo Cimento dal 1855 al 1944. La metodologia è descritta nei dettagli nella sezione sugli articoli di Giovanni Guglielmo della presente tesi, essendo stata da me utilizzata come primo strumento di approccio a tale vasta produzione.

Marazzini applica un metodo più puntuale, passando in rassegna numerosi passi tratti da articoli del Nuovo Cimento e dai Rendiconti dell'Accademia dei Lincei e da una sessantina di manuali per le Università e le Scuole superiori, nell'intervallo temporale 1896-1925, sui cinque argomenti: raggi catodici,

raggi X, emissioni radioattive, relatività ristretta e fisica dei quanti⁵¹.

Tutti e tre gli autori dedicano ampio spazio per sottolineare il carattere prettamente sperimentale della Fisica italiana di fine Ottocento, così come ereditata dalla tradizione di Victor Regnault e Gustav Magnus.

Altro aspetto fondamentale risulta essere la scarsa, se non assente, comunicazione tra fisici e matematici, schivi di tutto ciò che non fosse strettamente riproducibile e verificabile in laboratorio i primi, e incuranti dei collegamenti dei risultati formali con il mondo reale i secondi. Il corso di Fisica matematica, che fu l'insegnamento nel quale vennero introdotti in Italia intorno agli anni venti i primi elementi della nuova Fisica, era tenuto, eccetto rare eccezioni, da matematici e a quella data veniva spesso menzionato come sinonimo di quella che oggi chiamiamo Fisica teorica, sulla mera base dell'uso della matematica come strumento di ricerca. In realtà tale strumento era utilizzato in maniera assai differente dai fisici e dai fisici-matematici.

I fisici-matematici utilizzavano un metodo ipotetico-deduttivo molto rigoroso e avevano come finalità quella di dare nuova forma a teorie già esistenti o di rifinirle. Il problema matematico, la soluzione algoritmica costituiva l'interesse finale per i fisici matematici, che erano invece poco interessati al confronto con l'esperimento e alla capacità predittiva delle loro conclusioni. D'altra parte il fisico italiano era tradizionalmente un fisico sperimentale e nelle rare incursioni in elaborazioni teoriche, i lavori del fisico non sono estremamente rigorosi, vengono spesso introdotte in corso di elaborazione delle ipotesi aggiuntive ad hoc e il confronto con l'esperimento è la finalità ultima mentre la matematica gioca un ruolo puramente ausiliario; lo svolgimento di ricerche teoriche non rientrava nelle aspettative che si avevano verso il fisico, il cui ruolo era fortemente legato al laboratorio.

Proprio per via di queste peculiarità, la comunità scientifica italiana si sarebbe trovata decisamente impreparata di fronte alle nuove esigenze di teorizzazione poste dallo sviluppo della meccanica quantistica.

L'ipotesi di Giuliani è che se alla fine dell'Ottocento i lavori di "Fisica teorica" si ispiravano, per l'impostazione, a quelli di Fisica matematica, differenziandosi fundamentalmente per il diverso rapporto con la verifica sperimentale (passando addirittura le denominazioni delle discipline come sinonimi), con l'avvento della meccanica quantistica nel Novecento, si sia delineato un modo di teorizzazione nuovo che costituì un elemento di rottura rispetto al passato e che caratterizzò la Fisica teorica rispetto alla Fisica matematica e a cui la comunità dei fisici italiani rimase sostanzialmente estranea fino alla comparsa sulla scena di Fermi. Come citato da Giuliani, scriveva Corbino nel 1929:

⁵¹Per gli ultimi due argomenti ovviamente il limite inferiore dell'intervallo temporale slitta rispettivamente al 1905 e al 1900.

La vecchia e gloriosa Fisica Matematica aveva deviato verso una forma di trattazione puramente analitica dei problemi fisici, i quali spesso costituivano appena il pretesto per porre e risolvere delle questioni di interesse esclusivamente matematico. Si era così perduto il contatto tra le due discipline, che avevano finito per ignorarsi a vicenda, senza alcun turbamento per questa mutua incomprendimento. E poichè agli sperimentatori occorreva sovente il bisogno di sintetizzare i risultati ottenuti in teorie, anche poco rigorose, ma più adatte ai complessi fatti osservati e soprattutto più accessibili alla comune insufficiente preparazione nelle alte matematiche, i Fisici sperimentali furono per qualche tempo i teorici di sè stessi. Ma la stessa potenza dei risultati raggiunti rese più tardi necessaria, particolarmente in Germania, una nuova divisione del lavoro, e si ebbero nuovamente dei cultori delle teorie e degli esecutori delle esperienze. Essi però seppero tenersi in stretto contatto tra loro. [...] I risultati di questa collaborazione tra teorici e sperimentatori sono stati in tutto il mondo di una potenza grandissima. [...] Quando io avrò ricordato che in Italia la collaborazione tra teorici e sperimentatori comincia appena adesso, e che siamo ben lungi dal possedere i grandi mezzi di cui possono giovare i laboratori delle altre Nazioni, non potremo più meravigliarci se la Fisica italiana ha potuto contribuire così poco al progresso scientifico in questo periodo di profondo rinnovamento. ⁵².

Altro fattore citato da Corbino è la mancanza di mezzi messi a disposizione della ricerca.

Pur essendo questo un dato sicuramente assodato e via via più determinante man mano che, con l'inoltrarsi nel Novecento, le ricerche divenivano più costose (in primis si pensi ad esempio, alle note difficoltà di reperimento del materiale radioattivo cui anche un gruppo della portata di quello di Fermi dovette far fronte), tuttavia viene in alcuni casi ridimensionato: ad esempio Barbara Reeves afferma di non avere trovato nessuna correlazione tra disponibilità finanziaria di un Istituto e sua capacità di formazione di una scuola. Certo è comunque che oltre a quelli di carattere istituzionale, amministrativo ed economico, diversi furono i fattori interni alla disciplina stessa che determinarono il ritardo della Fisica in Italia di fronte alle novità del "trentennio eccezionale", fattori che appunto si vanno indagando in questa sezione. Oltre al peso che ebbe la tradizione fortemente sperimentale della Fisica

⁵²CORBINO O.M., *I compiti della nuova fisica sperimentale*, in *Atti della Società italiana per il Progresso delle Scienze*, riunione di Firenze settembre 1929, citato in [35]

italiana, e in alcuni casi però proprio a causa di questo, tutti gli autori fondamentalmente concordano nel ritenere che i fisici italiani a fine Ottocento trascurarono argomenti che si sarebbero successivamente rivelati gravidi di elementi innovativi, o li trattarono forzandoli nel quadro concettuale classico secondo vecchi schemi interpretativi.

Così ad esempio la teoria cinetica dei gas appariva ai fisici italiani troppo ipotetica e astrusa matematicamente per cui venne trattata molto occasionalmente in lavori definiti elementari da Marazzini, che in questa occasione cita anche Guglielmo⁵³, e si concorda sul lavoro di Del Lungo del 1916 come primo studio teorico esaustivo sull'argomento.⁵⁴

D'altra parte i fisici-matematici privilegiavano argomenti di fisica che si basavano su teorie matematiche classiche, considerate nobili, come la geometria e l'analisi, mentre la teoria cinetica dei gas era sdegnata perché basata sulla statistica, considerata una teoria matematica "plebea".

Anche la termodinamica, nella sua versione più altamente matematizzata e astratta, trovò ostacolo alla diffusione perché considerata non come contributo ad aumentare il positivo sapere, ma un rifacimento formale, sebbene molto elegante, della trattazione già esistente.

Della chimica-fisica venne studiata solo la parte più empirica e ricca di risvolti applicativi, cioè l'elettrochimica.

La scoperta dei raggi X fu colta dai fisici italiani come un'occasione per mettersi al passo con la scienza più avanzata. E in effetti gli argomenti raggi catodici, raggi X e radiattività si diffusero velocemente e furono tempestivamente riportati nei saggi e nei manuali. Probabilmente per tre motivi: essi costituivano una straordinaria manifestazione del potere della scienza e perciò meritavano di essere annunciati anche a coloro che iniziavano gli studi; alla loro scoperta si era arrivati unicamente con ricerche condotte in laboratorio; le interpretazioni del comportamento delle "nuove radiazioni" sembravano rientrare nel quadro concettuale dell'elettromagnetismo di Maxwell-Lorenz. Bisogna considerare che i laboratori italiani erano attrezzati per lo studio delle scariche nei gas rarefatti⁵⁵, con cui si scoprirono poi raggi catodici e

⁵³Il lavoro citato è *Sulla velocità molecolare dei liquidi e sulle sue variazioni per effetto della pressione*, 1897, [125] in cui, per la precisione, Guglielmo cerca di applicare i principi della teoria cinetica dei gas alla teoria dei liquidi. Si veda sezione sugli articoli di Giovanni Guglielmo.

⁵⁴DEL LUNGO, *Sulla teoria cinetica dei gas*, in NC, 6, 1916; 14, 1917; 16, 1918.

⁵⁵L'affermazione di Marazzini "In realtà, mentre in molti paesi europei lo studio dei raggi catodici fu preceduto da quello dei gas rarefatti e precedette a sua volta quello dei raggi X, in Italia il percorso relativo a tali tematiche sembra essere stato esattamente opposto: l'interesse per i raggi catodici maturò sulla scia delle ricerche riguardanti i raggi X ed ebbe quale seguito dapprima lo studio dei gas rarefatti, poi le indagini sui "raggi magnetici" non sembra esatta se si pensa che Giovanni Guglielmo, solo o con Naccari,

raggi X e quindi poterono allestire in fretta esperimenti per studiare i nuovi fenomeni. E in un primo momento la produzione dei ricercatori italiani sui raggi X, non fu di livello inferiore a quello riscontrabile oltre confine. Gli italiani parteciparono alla discussione sulla natura dei raggi catodici e dei raggi X, e a questo proposito in Marazzini viene anche citato ampiamente Guglielmo,⁵⁶ che, come Roiti, (1897) si oppose all'ipotesi di Battelli e Garbasso che i raggi X fossero un tipo di radiazione caratteristica già presente nel fascio catodico. La natura ondulatoria verrà poi stabilita da M. Laue nel 1912.

Diversi furono gli articoli inerenti ai raggi X che riportavano sviluppi tecnici delle apparecchiature, come la modifica costruttiva apportata dalla Brunetti all'apparato progettato da De Broglie per la rivelazione degli spettri di raggi X. Per una rassegna dei lavori su questi argomenti si rimanda agli autori di riferimento.

Con la scoperta e l'inizio degli studi sulla radioattività tuttavia si rimane nuovamente indietro sia per fattori economici legati ad un maggior costo delle risorse indispensabili per queste ricerche, ma anche perché si faticò inizialmente ad associare i risultati spettroscopici alla struttura atomica, dato che i modelli atomici erano ancora visti a fine Ottocento come argomento un po' scabroso, di cui non si potesse parlare senza un certo imbarazzo.

Nel periodo tra le due guerre sarà proprio attraverso argomenti di spettroscopia sperimentale che si diffonderanno in Italia, ad opera principalmente di Garbasso e della Brunetti, i principi della meccanica quantistica e della relatività, del tutto ignorati prima. Giustamente osserva infatti Maiocchi che essendo la teoria di Planck il punto di incontro di termodinamica, teoria cinetica ed elettromagnetismo e stante l'assenza nella cultura italiana dei primi del Novecento delle prime due tematiche, non vi è da stupirsi se la teoria di Planck non suscitò interesse o suscitò ostilità.

I valori numerici riportati da Marazzini degli articoli su argomenti collegati alla teoria quantistica comparsi sul Nuovo Cimento e sui Rendiconti dell'Accademia dei Lincei indicano ritardo ed esiguità: 3 articoli nel 1909, 1 nel 1912 fino ad arrivare ad un totale di 23 nell'intero periodo dal 1900 al 1925. Ma si badi che dal 1922 compaiono gli articoli di Fermi, inclusi in questo conteggio. Negli anni 1905 e 1906 si cercava ancora di trattare il corpo nero con metodi

aveva pubblicato ben 4 articoli sulle scariche nei gas rarefatti e sulla scintilla d'induzione negli Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino già nel 1884 e nel 1885, mentre il limite inferiore fissato da Marazzini per la comparsa di questa tipologia di articoli è quello generale del 1896. Questo rivelerebbe due limiti del saggio di Marazzini: un intervallo cronologico un po' troppo ristretto e un numero di riviste prese in considerazione troppo esiguo.

⁵⁶Gli articoli di Guglielmo citati da Marazzini sono [126] e [130]. Per un loro commento si veda la sezione sugli articoli di Guglielmo.

classici nella piena ignoranza della nuova teoria, così come Righi interpretava l'effetto Zeemann con la teoria elettromagnetica classica. Pure quattro articoli di Garbasso⁵⁷ del 1904 e 1905 riguardanti l'interpretazione degli spettri atomici, mostrano una certa prudenza e “*un'impostazione teorica non dissimile da quella classica dell'elettromagnetismo hertziano integrato mediante la teoria degli elettroni di Lorentz*” [52].

Nel 1909 riaprì nel Nuovo Cimento una sezione intitolata *Rivista*, al fine di riportare i più recenti e fondamentali progressi nei vari campi della Fisica. La prima recensione di Amerio relativa alla derivazione planckiana della formula per l'irraggiamento del corpo nero (1909)⁵⁸, dimostra una non piena comprensione da parte dell'autore a cui sfuggiva tutta l'analisi di carattere termodinamico e statistico che conduceva alla formula finale di Planck. Maggiore comprensione venne mostrata invece in un articolo dal titolo *L'ipotesi atomistica dell'energia raggiante* pubblicato sempre su *Rivista* nello stesso anno da Orso Maria Corbino il quale accetta con rassegnazione le conseguenze di una teoria necessaria:

*E perciò nessuno osa difendere la nuova teoria per il suo intrinseco contenuto; ma purtroppo nessuno riesce a trovare una via di uscita, o per lo meno a dimostrare che ciò sarà possibile in avvenire, e che si riuscirà a liberare l'edificio mirabile della Fisica teorica dall'ospite nuovo così fastidioso ma così necessario.*⁵⁹

Non mancarono comunque casi di aperto rifiuto all'ipotesi dei quanta con dei tentativi ostinati ancora fino al 1915 di ricondurre la radiazione di corpo nero a uno schema interpretativo classico.⁶⁰

Ancora Garbasso interviene nel 1913 con un articolo sul fenomeno Stark-Lo Surdo⁶¹, interpretato con pieno riferimento al modello quantizzato dell'atomo di Bohr. In realtà Maiocchi sminuisce la portata di questo articolo in quanto, a suo avviso, il nuovo modello teorico sarebbe del tutto marginale e strumentale rispetto alla funzionalità di difesa del connazionale da parte di Garbasso nella polemica sulla priorità di scoperta e interpretazione del fenomeno di splittamento delle righe spettrali in campo elettrico, che tuttora in Italia è chiamato per l'appunto Stark-Lo Surdo, mentre all'estero solo effetto

⁵⁷GARBASSO ANTONIO, *Le scariche oscillanti nei sistemi di conduttori complessi e la teoria elettromagnetica dell'analisi spettrale* citati in [52] p. 119

⁵⁸AMERIO A., *Recenti progressi nello studio delle radiazioni di temperatura*, N.C., 17, 1909, citato in [52]

⁵⁹CORBINO O. M., *L'ipotesi atomistica dell'energia raggiante* citato in [52]

⁶⁰Sia in [52] che in [48] si vedano i riferimenti agli articoli di Polara e Poli.

⁶¹GARBASSO A., *Sopra il fenomeno di Stark-Lo Surdo*, R.A.L., 22, 1913. Citato in [48], [52], [35]

Stark. Pure Marazzini, nonostante questo articolo, attribuisce a Garbasso un atteggiamento ancora di dubbio, a causa di un suo articolo successivo del 1915⁶² in cui per analizzare l'effetto congiunto di campo elettrico e magnetico sull'atomo di idrogeno, si rifà nuovamente a un modello di Thomson modificato da Woigt.

Nell'articolo del 1919 sulla produzione dei raggi X⁶³, per quanto dalle conclusioni laconiche secondo Marazzini, Rita Brunetti utilizza a pieno la nuova teoria dei quanta per l'interpretazione dei dati spettroscopici, come riconosciuto anche in [19].

E il ruolo fondamentale svolto dalla Brunetti nella comprensione e diffusione delle teorie quantistiche è ben sottolineato in Maiocchi, che scrive:

La spettroscopia fu la via attraverso la quale la nostra tradizione sperimentalista fu penetrata dalle idee quantistiche e in grazie della quale parecchi fisici sperimentali finirono per accogliere senza molte inquietudini la teoria di Bohr, prima, quella di Heisenberg, poi. Il nome più significativo di questo filone di ricerca fu quello di Rita Brunetti. [...]

Nei lavori della Brunetti la teoria di Bohr divenne sempre più importante e la Brunetti (dapprima a Firenze, quindi a Cagliari, infine a Pavia) fu uno dei principali sostenitori delle teorie quantistiche e senz'altro uno dei primissimi dal punto di vista cronologico [48].

Inizia così, a partire dal 1920, una progressiva introduzione dei concetti quantistici anche nei manuali universitari fino ad arrivare ad una loro esposizione completa, chiara ed organica nell'*Introduzione alla fisica atomica* di Fermi del 1928 e nella *Fisica moderna* di Castelfranchi del 1929.

Non bisogna tuttavia ignorare che ancora nel 1931, nelle dispense di Amerio, le teorie di Planck e Bohr convivevano con il concetto di etere e non vi era traccia delle ipotesi di Einstein sull'effetto fotoelettrico.

Per quanto riguarda la teoria della relatività ristretta non vi fu invece un veicolo altrettanto efficace; essa fu inoltre oggetto di studio più dei fisici-matematici che dei fisici.

Sia Maiocchi che Marazzini concordano sul fatto che i nostri fisici non capirono in un primo momento la portata della teoria, che veniva considerata alla stregua di altre ipotesi allora formulate nel tentativo di dare l'espressione della massa elettromagnetica dell'elettrone. Questo periodo di ignoranza

⁶²GARBASSO A., *Azione simultanea di un campo elettrico e di un campo magnetico sulla riga rossa dello spettro dell'idrogeno*, N.C., 9, 1915.

⁶³BRUNETTI RITA, *La legge di eccitazione dei raggi X caratteristici primari*, N.C., 18, 1919.

o sottovalutazione durò, secondo Maiocchi, almeno fino al 1912. Seguirono scetticismo e talora ostilità da parte della comunità scientifica dettati dal carattere completamente avulso dal mondo reale sperimentale della teoria, dal turbamento causato dalla rimozione del concetto di etere e dal fatto che alcune conseguenze della teoria, come il risultato dell'esperimento di Michelson e Morley, potevano essere verificate nell'ambito della teoria Lorentz-Abraham. Marazzini cita La Rosa⁶⁴ che oppone la teoria balistica della luce alla teoria einsteiniana, cita Quintino Majorana⁶⁵, che pur avendo condotto degli esperimenti atti a rilevare l'eventuale dipendenza della velocità della luce dal moto della sorgente e avendo ottenuto dei risultati negativi continua a non arrendersi alla teoria della relatività.

Un evento importante, durante la guerra, fu il passaggio al campo degli einsteiniani di Levi Civita, che segnerà l'inizio di una scuola importante di studiosi di relatività.

Iniziò a partire dal 1918, con un testo di Scuola superiore ad opera di Bernardo Dessau⁶⁶ l'ingresso delle prime nozioni di relatività nella didattica, seguito dai volumi *Relatività* di Marcolongo (1921), *Spazio e tempo secondo le vedute di Einstein* di Castelnuovo (1923), il manuale *Corso di fisica sperimentale (Acustica e ottica)* di Cantone (1923) fino ad arrivare ai manuali di Fermi del 1928 e di Castelfranchi del 1929, in cui anche la teoria della relatività, oltre a quella quantistica come già visto, è pienamente accolta.

Anche in questo caso viene osservato che ancora dopo il 1925 ci sono manuali e dispense di ottica che non menzionano la relatività, anche se l'inerzia di fronte alla relatività fu una caratteristica non solo italiana ma condivisa dalla comunità scientifica internazionale.

1.5 Conclusioni

Dall'analisi della letteratura concernente diversi livelli di indagine, sembra che si converga verso un giudizio di sostanziale ritardo della Fisica italiana degli inizi del Novecento rispetto ad altri Paesi europei, soprattutto Germania, anche se le gradazioni in questo giudizio si differenziano sia per quanto riguarda l'entità del deficit nel nostro Paese sia per quanto riguarda la periodizzazione dell'incipit di tale ritardo.

⁶⁴LA ROSA M., *Fondamenti sperimentali del secondo principio della teoria della relatività*, N.C., 3, 1912; LA ROSA M., *La velocità della luce si compone con quella della sorgente? Prove in favore offerte dai fenomeni delle "stelle variabili" e delle "nuove"*, R.A.L., 32, I, 1923.

⁶⁵MAJORANA Q., *Sul secondo postulato della teoria della relatività*, R.A.L., 26, I, 1917.

⁶⁶DESSAU B., *Manuale di fisica ad uso delle scuole secondarie superiori*, 3, 1918.

Qualche autore sottolinea i progressi comunque fatti dalla scienza italiana nel mezzo secolo seguito all'unificazione:

Se l'arretratezza italiana era un fatto incontrovertibile al momento dell'unificazione, pure è indubbio che l'evoluzione del nuovo stato presenta elementi di dinamismo: alla vigilia della prima guerra mondiale [...] è visibile l'esistenza di un sistema nazionale di formazione e di ricerca che presenta una rete diffusa di istituti secondari tecnici di buon livello, e di istituti superiori e centri di ricerca con alcuni punti di eccellenza; certo tutto questo presenta squilibri e limiti, ma se si pensa alla situazione del 1860 non si può non prendere atto dei risultati raggiunti dal paese... [59]

Si parla in generale di un livello dignitoso della Fisica italiana a fine Ottocento: secondo Barbara Revees le scuole di ricerca impiantate dalla prima generazione di fondatori di Istituti (Rossetti, Naccari, Blaserna...) derivate dalle tradizioni ereditate da Victor Regnault e Gustav Magnus, non erano impegnate “*nella ricerca di nuovi fenomeni o nuove teorie, i loro programmi incoraggiavano le misure di alta precisione che richiedevano abilità ma scarsa immaginazione e questi progetti modesti ma accurati costituivano senza dubbio dei contributi alla fisica* [65].

Si sbilancia maggiormente in tal senso Giuliani, che afferma: *Le punte alte della produzione sperimentale italiana dell'ultimo ottocento si cimentavano con argomenti di frontiera ed erano sicuramente di livello internazionale* e cita come esempi i contributi di Righi sull'effetto fotoelettrico, sugli effetti galvanometrici, sulle onde elettromagnetiche corte e i contributi di Galileo Ferraris sui trasformatori.

Si concorda tuttavia su una situazione di declino della Fisica italiana già nei primi decenni del Novecento, opinione peraltro condivisa dalla comunità dei fisici di allora la cui percezione di se stessa si considera ben rappresentata da un discorso famoso di Corbino del 1911⁶⁷ riportato pressochè in tutte le fonti. In esso Corbino riscontra la scarsa motivazione degli adepti alla disciplina, lo scoraggiamento per l'incapacità di mantenere il passo nel dare un degno contributo ai recenti progressi che induce *ad abbandonare il posto di lavoro e assistere dalla finestra ai successi dell'opera altrui*. Si afferma inoltre che *...la ricerca di altissima precisione, che nel passato teneva degnamente occupata una gran parte dei Fisici, va emigrando giornalmente dai nostri*

⁶⁷CORBINO O.M., *Il contributo italiano ai progressi della Elettrologia nell'ultimo cinquantennio*, in Atti della V Riunione della Società Italiana per il Progresso delle Scienze, Roma, 12-18 ottobre 1911.

Laboratori ai grandi Istituti centrali di misure, muniti di mezzi più potenti e costosi che il progresso della scienza richiede.

Tale ritardo della Fisica italiana venutosi a determinare nei primi due decenni del Novecento è imputabile solo in parte a fattori strutturali, quali la rigidità del sistema istituzionale che rendeva difficile ogni innovazione, lo scarso supporto finanziario e l'esiguità e l'inefficace organizzazione dei "gruppi di ricerca", basati sul potere della cattedra, scarsamente improntati a standard condivisi a livello di società disciplinari e per lo più indifferenti alla formazione dei ricercatori.

Le responsabilità sarebbero da ricercarsi anche all'interno della disciplina stessa e cioè nell'incapacità di superare il carattere prettamente sperimentale che connotava la Fisica italiana di fine Ottocento e in una sorta di carenza culturale generale, responsabile di una mancata idoneità di orientamento nell'individuazione dei principali flussi di sviluppo della disciplina.

Capitolo 2

L'Università di Cagliari

La prima cattedra di Fisica a Cagliari compare già all'atto della fondazione dell'Università, stabilita sotto la dominazione spagnola con Atto Regio del 1620 e resa operativa, per problemi finanziari e organizzativi, solo alla fine del 1626.¹

Fisica era uno dei tre insegnamenti del gruppo filosofico², essendo gli altri Logica e metafisica ed Etica, ed era tenuta dai Padri Gesuiti, cui erano affidati la gran parte degli insegnamenti.

Con la rifondazione dell'Università, nell'ambito dell'attività riformistica sabauda promossa dal ministro Bogino³, la Cattedra di Fisica divenne la Cattedra di Fisica Sperimentale, con annesso Gabinetto, istituita all'interno della Facoltà di Filosofia e Arti e affidata al padre servita Giovanni Antonio Cossu (1725-1796), un sardo nativo di Cuglieri che aveva studiato filosofia e teologia a Sassari, Perugia, Lucca e Pistoia e aveva perfezionato i suoi studi scientifici a Torino, sotto la guida del fisico Giambattista Beccaria (1716- 1781).⁴

All'apertura dell'Università si provvide subito all'acquisto degli strumenti di fisica, e poichè ebbero servito all'istruzione del professore, finchè rimase a perfezionarsi a Torino, furono spediti a Cagliari in otto casse. [41]

Un elenco dei docenti succedutisi dopo il 1764 fino al 1897 è dato in [41] e fino a date più recenti in [54]. Tra questi spicca per levatura [73] e per il

¹Per una storia dell'Università di Cagliari si vedano [41], [43] [53], [79]

²In tale data non vennero attivate delle Facoltà ma solo quattro gruppi di Cattedre: teologia, legge, medicina e filosofia.

³Giovanni Battista Lorenzo Bogino (1701- 1784), ministro per gli affari di Sardegna.

⁴Per un'approfondita analisi degli insegnamenti scientifici a Cagliari dalla rifondazione al 1848, si veda SCOTH ROBERTO, *Gli insegnamenti matematici e fisici nell'Università di Cagliari (1764-1848)* [73]

ruolo svolto nel Gabinetto, Stefano Sirigo (1826-1844) che, dopo frequenti lagnanze per la scarsità delle macchine, nel 1828 fu inviato nel continente per fare importanti acquisti con commissioni a Torino, Roma, Parigi e Vienna. Per collocare i nuovi strumenti *furono fatti parecchi spostamenti notevoli nella distribuzione dei locali universitari* [41].

Nel 1848 la legge Boncompagni istituiva la Facoltà di Scienze Fisiche e Matematiche, nata insieme a Filosofia e Belle lettere, dall'abrogazione di Filosofia e Arti⁵. A Cagliari, come ci riferiscono i proff. Lattes e Levi

la Facoltà continuò a reggersi cogli antichi ordini e cambiando soltanto il nome

e, sebbene tutti i docenti fossero stati chiamati ad optare per l'una o l'altra Facoltà,

i professori di Scienze continuarono ad appartenere alla classe di Filosofia, secondo l'antica accezione e contrariamente all'esplicita dichiarazione dell'art. 6 del detto decreto: e tal nome si conservò fino al 1860, quantunque andasse sempre più accentuandosi il carattere esclusivamente scientifico della Facoltà.[43]

Successivamente, sebbene la legge Casati avesse attribuito alla Facoltà di Cagliari sei ordinari per la cattedra di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, e l'avesse pareggiata per prerogative accademiche alle altre del Regno, “*di fatto però la Facoltà ebbe dappprincipio vita molto più stentata di quella che la legge le concedeva; nel 1860 essa non aveva che due professori ordinari ...*” [41] e le mancavano i corsi indispensabili per il conseguimento delle lauree previste dal regolamento, tra i quali quelli di Geometria descrittiva, di Geometria analitica, di Calcolo, di Meccanica razionale, mentre unico corso di fisica rimaneva Fisica sperimentale.

Gli insegnamenti di matematica furono istituiti negli anni successivi e nel 1863 furono completati con la nomina di uno straordinario per Meccanica razionale.

Ma le leggi di Matteucci dell'anno precedente da un lato avevano innalzato notevolmente il livello degli studi nel Regolamento di Facoltà rigidamente uniformato in tutta la Nazione⁶ e dall'altra avevano posto l'Ateneo cagliaritano in una situazione di grande disparità economica⁷. Fu così che il secondo biennio per il corso di Laurea in Matematica, dopo vita breve, fu soppresso nel 1875, in seguito alla eliminazione anche dei corsi di Meccanica razionale

⁵Si veda sezione di questa tesi sulla storia del Corso di Laurea in Fisica.

⁶R.D. n 842 del 14 settembre 1862.

⁷R.D. n 719 del 31 luglio 1862.

e Geodesia. Bisognerà attendere il 1924-25 perché esso venga riistituito e perché sia effettivamente attivo, per la prima volta, il secondo biennio per la Laurea in Fisica. Prima di tale data è sempre presente nella Facoltà di Scienze di Cagliari unicamente il primo biennio comune a tutte le lauree scientifiche della Facoltà, ivi compresa la Scuola di applicazione per ingegneri, essendo le uniche lauree che la Facoltà è in grado di conferire, quella di Chimica e quella di Scienze Naturali.

2.1 Un caso complesso di contrattazione centro-periferia

Se, come abbiamo visto, l'entità dei finanziamenti e le agevolazioni concesse dal sistema centrale alle Università del Regno, dipendevano in larga misura dalle pressioni che il Rettore riusciva a esercitare sul Ministro, allora si può sospettare la scarsa influenza politica e la inefficace capacità di mediazione da parte dell'Università di Cagliari, considerato il lungo periodo di attesa per l'ottenimento del pareggiamento, durato quarant'anni di battaglie legali e burocratiche, talora accompagnate da sommosse di studenti più o meno appoggiate dai professori.

Le vicende salienti che portarono dal declassamento del 1862 al pareggiamento con R.D. 19 giugno 1902, n 252, seguito da R. D. 25 giugno 1903 "*che modifica i ruoli organici del personale e degli Istituti scientifici e approva i ruoli organici di altri stabilimenti scientifici di nuova istituzione nella R. Università di Cagliari*", passando per la laboriosa costituzione di un consorzio formato da enti locali, il cui primo progetto di fondazione è del 1883 e avrà compimento nel 1889, si ritrovano in SORGIA [79], cui si rimanda.

Ciò che vorrei sottolineare in questa sede è il senso di profonda ingiustizia con cui furono vissute queste vicende nel nostro Ateneo, la percezione di un livello dignitoso di didattica e di ricerca scientifica raggiunto nell'Università nonostante i mezzi modesti a disposizione e il sempre perpetuato timore, anche dopo il pareggiamento, di non raggiungere soglie minime di sopravvivenza stabilite dall'alto e di tanto in tanto ridefinite in maniera considerata arbitraria e deleteria per l'Ateneo, come ad esempio il progetto presentato nel 1894 dal Ministro Baccelli che prevedeva a una riduzione degli organici dei docenti e la soppressione di quelle Facoltà che per due anni consecutivi non avessero avuto un numero di studenti otto volte superiore a quello dei professori che insegnavano materie fondamentali o, altro esempio, la formazione nel 1910 di una Commissione Ministeriale per il riordino degli studi Superiori, costituita

unicamente da professori delle Università maggiori (anche se non esistevano più i gradi era evidentemente noto l'orientamento di ripristino delle disparità da parte degli Atenei già in precedenza privilegiati).

Fino al 1902-03 quasi sempre nei discorsi inaugurali degli anni accademici si fa riferimento a questo disagio, con maggiore o minore fiducia nella possibilità di una sua risoluzione.

Di questi numerosi discorsi si dà qualche breve saggio:

L'Università di Cagliari è poi in tali condizioni morali e materiali da essere tenuta in discredito e considerata ad un livello tanto inferiore a molte consorelle da non meritare pari trattamento ? Per iniziativa dei professori, assecondata dalle autorità universitarie, hanno preso incremento da alcuni anni laboratori e gabinetti, sia nei locali che nella suppellettile scientifica, tanto d'essere in grado di impartire una istruzione conveniente anche in quei rami d'insegnamento che esigono sussidio materiale per esperimenti, non solo ma che insegnanti e discenti possano esercitare la loro operosità in studi e ricerche da contribuire al progresso della scienza.

Nè queste sono vane parole, ma fatti desunti da dati positivi. Infatti consultando gli Annuari delle singole Università durante l'ultimo quinquennio, tenendo conto del numero delle Cattedre e degli Autori, si ha che per il numero delle pubblicazioni scientifico-letterarie l'Università di Cagliari è superiore ad alcune, uguale ad altre. Quale motivo adunque di mantenerla in condizioni d'inferiorità alle consorelle del Continente ? ⁸

Al momento dell'arrivo a Cagliari di Giovanni Guglielmo, il Ministro della Pubblica Istruzione Pasquale Villari aveva da poco rifiutato di accogliere un nuovo progetto di pareggiamento presentato proprio dal Rettore Missaghi “... in quanto porta un onere al bilancio dello Stato, e le presenti condizioni finanziarie esigono che non si faccia luogo di alcun aumento di spesa, io non sono ora in grado di proporre al Parlamento il pareggiamento di codesta Regia Università, ed in qualunque caso non mi sembra opportuno di farlo mentre sono in corso studi pel riordinamento generale della Istruzione Superiore”

Nonostante gli insuccessi, il tono dei discorsi è sempre di incitamento alla fiducia e alla consapevolezza dei miglioramenti conseguiti. Si legge ancora in GUZZONI DEGLI ANCARANI, 1897:

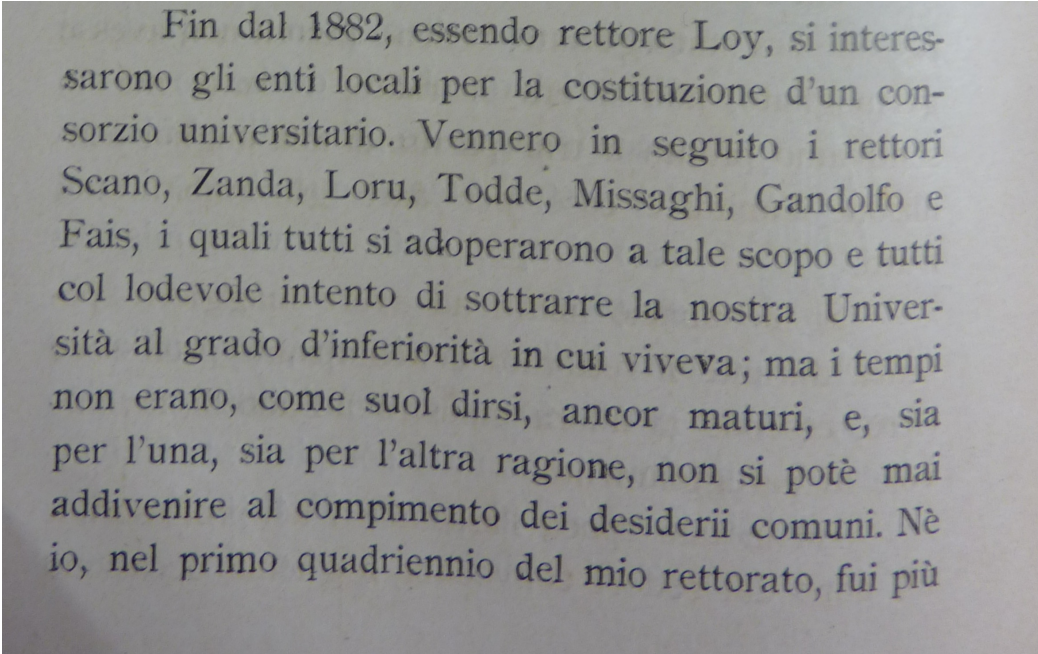
⁸Discorso del Rettore Missaghi per l'inaugurazione dell'anno accademico 1890-1891.

2.1. UN CASO COMPLESSO DI CONTRATTAZIONE CENTRO-PERIFERIA⁴¹

...ho voluto mettere in confronto il movimento scientifico odierno con quello di circa venticinque anni or sono: la differenza è piuttosto considerevole.

Se poi si considera che abbiamo tre sole facoltà, che parecchie cattedre sono state troppo a lungo scoperte, che alcune lo sono tuttora, che la deficienza di libri e di strumenti e di materiale ha necessariamente paralizzato l'attività di parecchi, che la esiguità degli stipendi ha allontanato forzatamente molti volenterosi dalla carriera degli assistenti, ho la convinzione che l'operosità scientifica odierna dell'Ateneo Cagliariitano, presa complessivamente, possa essere giudicata benevolmente e possa favorevolmente influire su coloro che presto o tardi saranno chiamati a discutere l'attesa riforma dell'istruzione superiore. [41]

Tuttavia la strada per “la soluzione della questione sarda”, come veniva chiamata, non sarà breve. Alla data del raggiungimento del tanto sospirato obiettivo, il Rettore Ignazio Fenoglio nel discorso inaugurale dell'anno accademico 1902-1903⁹ fa un breve riassunto della quarantennale impresa, che per l'interesse che suscita, voglio in parte riportare:



Fin dal 1882, essendo rettore Loy, si interessarono gli enti locali per la costituzione d'un consorzio universitario. Vennero in seguito i rettori Scano, Zanda, Loru, Todde, Missaghi, Gandolfo e Fais, i quali tutti si adoperarono a tale scopo e tutti col lodevole intento di sottrarre la nostra Università al grado d'inferiorità in cui viveva; ma i tempi non erano, come suol dirsi, ancor maturi, e, sia per l'una, sia per l'altra ragione, non si potè mai addivenire al compimento dei desiderii comuni. Nè io, nel primo quadriennio del mio rettorato, fui più

⁹Annuario a.a. 1902-03.

7

degli altri felice, non ostante che le rappresentanze locali della provincia e del comune avessero già, con nobile intento, bilanciate e più volte ancora stanziassero le somme necessarie per l'effettuazione del pareggiamento, già da molti riconosciuto indispensabile al benessere ed al miglioramento della nostra Università.

E nello stesso modo in cui naufragarono le speranze e parvero fallir lo scopo gli sforzi dei diversi rettori, così pure non riescirono a migliore esito le commissioni di professori mandati a più riprese a Roma per intendersi col Ministro e rendere possibile il desiato pareggiamento e mi si affaccia ora al pensiero quella di cui fece parte il prof. Lovisato ed un'altra in cui entrò pure il prof. Guzzoni.

Ma il seme che da tutte queste volonterose persone era stato gettato, benchè ancora non avesse germogliato, non si era inaridito, e tutti noi lo sentivamo pronto a trar partito di una miglior condizione d'animi e cose per dare gli ambiti suoi frutti.

Si incominciò infatti ad avere maggiore speranza durante il rettorato del compianto professore Orrù, essendo in allora ministro il Baccelli, favorevole al pareggiamento.

Ed in tale epoca l'assemblea dei professori, a tal uopo dal rettore convocata, cogliendo occasione

8

dalle nuove dimostrazioni d'interessamento date dagli enti comunali e provinciali, nominò una commissione di cui, oltre il rettore, facevam pur parte il prof. Oddo ed io, incaricandola di preparare un progetto su basi concrete, progetto le cui tabelle, accettate dai due enti locali, fanno ora parte integrante della legge. Il ministro Baccelli, dapprima favorevole alla nostra causa, fu costretto, per motivi politici, a sospendere ogni cosa ed anche allora noi tutti dovemmo rassegnarci ad aspettare ancora.

Ma i nostri cari e baldi giovani si erano fatti impazienti dei lunghi e reiterati ritardi ed alla giusta causa avevano dato l'appoggio del loro slancio giovanile e fidente; ma la stampa locale aveva unito la sua alla voce di tutti; ma gli enti locali e le rappresentanze tutte, senza distinzione di partito; si erano detto di fortemente ed unitamente volere ciò che era lustro e decoro del proprio paese, e così fu che all'avvento del ministro Zanardelli le nostre speranze poterono cambiarsi in realtà, e giustizia venne fatta approvandosi la legge senza alcuna discussione da parte dei due rami del parlamento.

Son molte dunque le persone tra cui dividiamo, *senza perciò menomarla*, la nostra gratitudine, della quale in questo momento, interprete fedele dei sentimenti dei miei colleghi, vorrei tutti far certi.

E, pur chiedendo scusa del rifascio in cui for-

9

zatamente e per brevità ognuno sarà posto, mentre invio una parola di vivo ringraziamento ai ministri Zanardelli, Cocco-Ortu, Nasi e Di-Broglio a cui ora dobbiamo d'avere raggiunto il nostro scopo, ringrazio pure i nostri onorevoli Senatori e Deputati che col loro efficace appoggio cooperarono alla felice riuscita, come ringrazio il presidente del Consiglio provinciale, il presidente della Deputazione, il Sindaco e tutti i rappresentanti dei due consigli perchè, non badando a sacrificii, ma nel solo intento di promuovere il miglioramento del nostro massimo istituto, a più riprese votarono le somme a tal uopo necessarie.

Il movimento scientifico del nostro Ateneo, sia per opera dei colleghi e degli assistenti che per quella degli studenti, è in continuo progresso e come va dimostrandosi una nuova tendenza nei giovani per lo studio della chimica, così pure si nota un notevole aumento di studiosi in tutte le facoltà. Tale incremento, che va sempre più accentuandosi, l'in-

dirizzo tutto moderno dei nostri studii ed il maggiore aiuto che, dalla sempre più migliorata biblioteca e dall'aumento di sua dotazione, avranno gli studenti ci sono garanzia sicura del miglioramento avvenire ed i nostri giovani laureati, ottenendo sempre più lusinghieri successi nelle varie carriere che intraprenderanno, dimostreranno chiaramente che, qui come altrove, si possono mietere allori, i quali non sono per nulla retaggio dei grandi centri, dove anzi più facilmente naufraga il buon volere dei giovani.

2.1. UN CASO COMPLESSO DI CONTRATTAZIONE CENTRO-PERIFERIA45

Tuttavia la normativa relativa all'incremento di dotazioni e di organico tardò notevolmente ad essere applicata, tanto che con vari rinvii, incertezze e ritardi si arrivò, senza che fosse ancora attiva, all'anno accademico 1907-08, ciò che suscitò delle vere e proprie sommosse degli studenti. Nella legge 9 agosto 1910 n 108, troviamo le tabelle con ridefinite tutte le dotazioni e gli organici delle Università del Regno tra le quali non sussiste più alcuna disparità.

Vorrei ricordare che proprio negli anni immediatamente successivi al declassamento del 1862, in un periodo di grandi difficoltà per l'Ateneo cagliaritano, il Gabinetto di Fisica di Cagliari ebbe un momento di gloria grazie all'opera di Antonio Pacinotti, nominato professore a Cagliari il 30 marzo 1873. Vi rimarrà con alcune assenze fino al 31 dicembre 1881. Pacinotti offre un esempio di efficace contrattazione personale con l'amministrazione centrale e locale per l'ottenimento di fondi per le sue ricerche a Cagliari:

Prima di prendere servizio Pacinotti si recò a Cagliari per visitare il Gabinetto di Fisica, lamentandosi poi con il Ministro Scialoja, in una lettera dell'agosto 1873, di averlo trovato del tutto inadeguato alle esigenze della didattica e della ricerca. [...] quella lamentela era alla base di una contestuale richiesta al Ministro Scialoja di un contributo straordinario di 12.000 lire per la dotazione del Gabinetto, da spendere per metà all'inizio dell'anno scolastico e il rimanente nel corso dell'anno.[26]

In seguito al permesso ottenuto per l'anno scolastico 1874-75 per poter stare e Pisa ad accudire il padre malato, al momento del rientro a Cagliari Pacinotti paventa la possibilità di una sua assunzione all'Istituto tecnico di Livorno e il Rettore lo convincerà a rimanere professore a Cagliari, comunicandogli la concessione di un ragguardevole assegno straordinario al Gabinetto di Fisica.

Con l'assegno straordinario acquistò apparecchiature didattiche e di ricerca e attrezzature per l'officina fra cui un tornio piccolo e uno grosso in ghisa e ferro del costo di 500 lire; poté così proseguire la costruzione delle sue macchine completando quella a gomito elettromagnetico portata da Bologna non ultimata e realizzando quelle che portò alle esposizioni nazionali e internazionali.

Col passare degli anni Antonio Pacinotti si adattò così bene a quell'esilio, come aveva definito il soggiorno a Cagliari nella lettera al Rettore Patrizio Gennari, che esitò a lungo quando nel 1881 gli si offerse la possibilità di rientrare a Pisa per succedere al padre come titolare della Cattedra di Fisica tecnologica; anzi,

da minute di varie lettere ufficiali riguardanti il suo trasferimento a Pisa (tutte conservate in Archivio), risulta che il trasferimento fu chiesto insistentemente dal padre contro il desiderio dello stesso Pacinotti. Nel far assumere a Pacinotti quell'atteggiamento influirono decisamente sia il fatto di poter ormai disporre a Cagliari di una officina attrezzata in maniera soddisfacente, sia l'aver conosciuto la diciannovenne Maria Grazia Sequi-Salazar che sposò poi a Cagliari il 29 aprile del 1882 e che, disgrazia volle, perse a Pisa il 25 febbraio dell'anno successivo.[26]

Per maggiori approfondimenti sulle vicende e sul lavoro di Pacinotti a Cagliari si rimanda, oltre che a ERDAS -BAGGIANI, *Gli strumenti del museo di Fisica* [26], alla tesi di laurea di ROBERTO CADDEO, *Considerazioni sulla evoluzione degli studi di Fisica nella Università di Cagliari dalle origini a Pacinotti* [15].

Un'altra battaglia che fu condotta dalla periferia per far valere le proprie posizioni, fu proprio quella che permise l'istituzione del secondo biennio del corso di Laurea in Matematica e del corso di Laurea in Fisica.

Corso di Come si vedrà meglio nella sezione successiva, in seguito alla legge
Laurea 1923¹⁰ che stabiliva per gli Atenei autonomia giuridica, amministrativa e di-
in Fisica dattica, anche l'Università di Cagliari ebbe il suo Statuto dove regolamentò
a le proprie Facoltà. Fu in questa occasione che nacque a Cagliari il corso di
Cagliari Laurea in Matematica e in Fisica. Nella legge Gentile, che prevedeva una
Università per ogni regione, viene inoltre operato un nuovo declassamento,
che per fortuna questa volta non interesserà Cagliari, designata tra le Uni-
versità di primo grado, cioè completamente a carico dello Stato.

Proprio in virtù di questa nuova posizione gli enti locali, il Comune e la Provincia, che avevano aderito al Consorzio per il pareggiamento dell'Università, facendosi carico dell'onere finanziario necessario per sopperire alla copertura delle cattedre e alle dotazioni, pretendono di essere svincolati da tale obbligo, cui dovrebbe ora far fronte lo Stato.

Per stabilire il contributo dovuto alle Università dallo Stato, il Ministro fa riferimento unicamente alla tabella di liquidazione allegata alla legge che, come specificato nella circolare ministeriale 18 aprile 1924

... deve essere approvata con Decreto Reale da emanarsi di concerto col Ministro delle Finanze. Questa tabella non potrà essere modificata che per legge.

L'art 161 del decreto sovracitato¹¹ determina i criteri da seguire

¹⁰Legge 30 settembre 1923, n 2102.

¹¹Si riferisce al citato R.D. 30 settembre 1923, n 2102.

2.1. UN CASO COMPLESSO DI CONTRATTAZIONE CENTRO-PERIFERIA⁴⁷

o gli elementi da tener presenti nel procedere alla liquidazione del contributo anzidetto¹²

La corrispondenza sulla questione durava da tempo e già con lettera 14 gennaio 1924, il Rettore Binaghi faceva notare a proposito:

L'art 161 del R.D. 30 settembre 1923 n 2102 nel determinare il contributo annuo a carico dello Stato per il mantenimento delle Università di cui alla tabella A, si ispira al criterio di tenere esclusivamente conto dello stato di fatto nel quale ciascuna Università viene a trovarsi nell'anno scolastico 1923-24.

Se però tale criterio si presenta logico e giusto per gli altri Istituti di Istruzione Superiore, mi permetto di far osservare che non può strettamente applicarsi all'Università di Cagliari.

Infatti questa è la sola tra le Università di serie A che vede aumentate le sue Facoltà, perchè con l'anno scolastico 1924-25 dovrà cominciare a funzionare la Facoltà di Lettere e dovrà completarsi quella di Scienze con gli ultimi due anni di corso per le lauree in Fisica e in Matematica.

A tali nuovi bisogni non può certamente farsi fronte con i mezzi attuali, ma occorrerà che il contributo dello Stato sia opportunamente integrato tenendo conto dell'aumento portato agli insegnamenti da impartire in questa Università.

Attualmente si impartiscono nella Facoltà di Scienze 13 insegnamenti che, per il completamento dei corsi di Matematica e di Fisica, dovranno essere portati almeno a 18; perciò lo Stato, dedotte le 11 cattedre di ruolo, dovrebbe fornire per tale Facoltà un contributo sufficiente per il pagamento di 7 incarichi e non di 2 come risulterebbe se si tenesse solo conto delle condizioni attuali.[...]

Si aggiunga anche che per i bisogni dei nuovi insegnamenti dovrà aumentarsi il ruolo del personale assistente, quello del personale tecnico e quello del personale subalterno.

Ma oltre le assegnazioni per il personale, occorrerà anche che vengano aumentate quelle destinate al mantenimento dell'Università e degli Istituti per provvedere al funzionamento delle Facoltà istituende, perchè se anche queste dovessero sostenersi sulla somma globale delle attuali dotazioni, tutti gli Istituti sarebbero ridotti a una vita troppo grama, mentre quella attuale, come ben sa l'E.V., è già abbastanza stentata.

¹²A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., Div II, Legislazione e Statuti delle Università 1923-1938.

Le stesse ragioni vengono dettagliatamente riportate con lettera 7 maggio 1923, indirizzata al Ministro da parte del Rettore, che per la Facoltà di Scienze di nuovo ribadisce: “*Anche per questa Facoltà è necessario elevare il numero degli Aiuti ad 8 e quello degli Assistenti a 10 e le dotazioni degli Istituti da 52.500 a L. 110.00, tenedo particolarmente conto che si deve istituire il secondo biennio fisico-matematico, come già si è detto*”.¹³ Nel frattempo venivano meno i contributi di Comune e Provincia. Nonostante queste difficoltà a partire dal 1924-25 saranno attivi i corsi completi sia di Matematica che di Fisica.

2.2 Lo Statuto della R. Università di Cagliari: nascita ed evoluzione del Corso di Laurea in Fisica

Statuto 1924 In seguito alla legge Gentile 30 settembre 1923, l'Università di Cagliari si attiva per la compilazione del proprio Statuto, in conformità alle direttive tracciate dal Superiore Ministro.

Nell'Archivio Centrale dello Stato, Ministero Pubblica Istruzione, Direzione Generale Istruzione Superiore, Div II, Legislazione e Statuti delle Università 1923-1938, si trova tutto il carteggio relativo alla nascita del primo Statuto dell'Università di Cagliari.

Tra le carte fondamentali e più interessanti:

- la prima proposta di Statuto da parte dell'Università emersa dal lavoro delle sedute del Senato Accademico (27 Marzo 1924) e, per quanto ci riguarda, del Consiglio di Facoltà di Scienze presieduto da G. Guglielmo (27 Febbraio 1924), di cui sono presenti i manoscritti degli atti;
- i documenti contenenti le considerazioni sul primo schema di Statuto da parte del Consiglio Superiore della Pubblica Istruzione (aprile 1924) e del Ministero (maggio 1924);
- le relazioni relative alle sedute del Senato accademico (22 maggio 1924) e del Consiglio di amministrazione (6 giugno 1924) nelle quali si approva lo Statuto corretto dal Ministero e dal Consiglio superiore;
- la definitiva approvazione del Ministro in data 24 ottobre 1924, con copia dello Statuto finale, pronto per la pubblicazione nella G.U.(avvenuta poi in data 26 novembre 1924) e la stampa;
- la registrazione alla Corte dei Conti in data 6 novembre 1924 con telegramma del Ministro che informa il Rettore che, in seguito alla registrazione alla

¹³A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., Div II, Legislazione e Statuti delle Università 1923-1938.

2.2. LO STATUTO DELLA R. UNIVERSITÀ DI CAGLIARI: NASCITA ED EVOLUZIONE

Corte dei Conti, lo Statuto può diventare esecutivo subito nell'anno accademico 1924-1925.

Lo Statuto del 1924 prevede che gli esami vengano sostenuti per gruppi di materie, proprio come già in vigore, seppur per breve tempo, con il regolamento Bonghi del 1875. Con le disposizioni transitorie gli esami di gruppo sarebbero stati attivati già dal 1924-25, come si legge nell'art 64:

Gli esami per gruppo avranno inizio con l'anno scolastico 1924-25.

*Da quella data per gli iscritti al 1° corso saranno aboliti gli esami speciali. Ma questi saranno riconosciuti validi per gli studenti dei corsi superiori che li abbiano già prestati; e qualora essi abbiano prestato l'esame di qualche materia compresa in un gruppo, saranno tenuti all'esame di gruppo solo per le altre.*¹⁴

La seduta del 27 Febbraio 1924 della Facoltà di Scienze è presieduta da Guglielmo che per quanto riguarda la Laurea in Fisica si schiera a favore di una certa libertà di scelta del curriculum da parte dello studente, che può così meglio formarsi a seconda delle proprie attitudini.

Così leggiamo nel documento:

Circa la laurea in Fisica il prof. Guglielmo osserva: "Molti studenti di fisica (come pure parecchi fisici provetti e celebri) hanno maggiore attitudine e maggiore tendenza verso la parte sperimentale della fisica, che non verso la parte teorica. Perciò sebbene sia ragionevole che gli studenti acquistino padronanza delle parti più essenziali (o di uso più frequente) delle matematiche, il tempo che essi impiegano nello studio di alcune materie del 2° biennio, potrebbe essere più fruttuosamente impiegato sia nell'acquistare maggiore dimestichezza con le parti più indispensabili della matematica sia nello studio della parte sperimentale ed inventiva della Fisica nella quale gli italiani hanno avuto successi mondiali. Inoltre in Italia esistono corsi di fisica per i medici; non esistono nè potrebbero esistere corsi di fisica medica perchè si esige dai fisici la conoscenza delle matematiche e non quella del corpo umano, che pure offrirebbe un largo ed importante campo di studi fisici. Credo perciò opportuno che allo studente sia lasciata la libertà di scelta tra le matematiche superiori e altre scienze verso le quali si senta più portato".

¹⁴Statuto della Regia Università di Cagliari del 1924, art. 64.

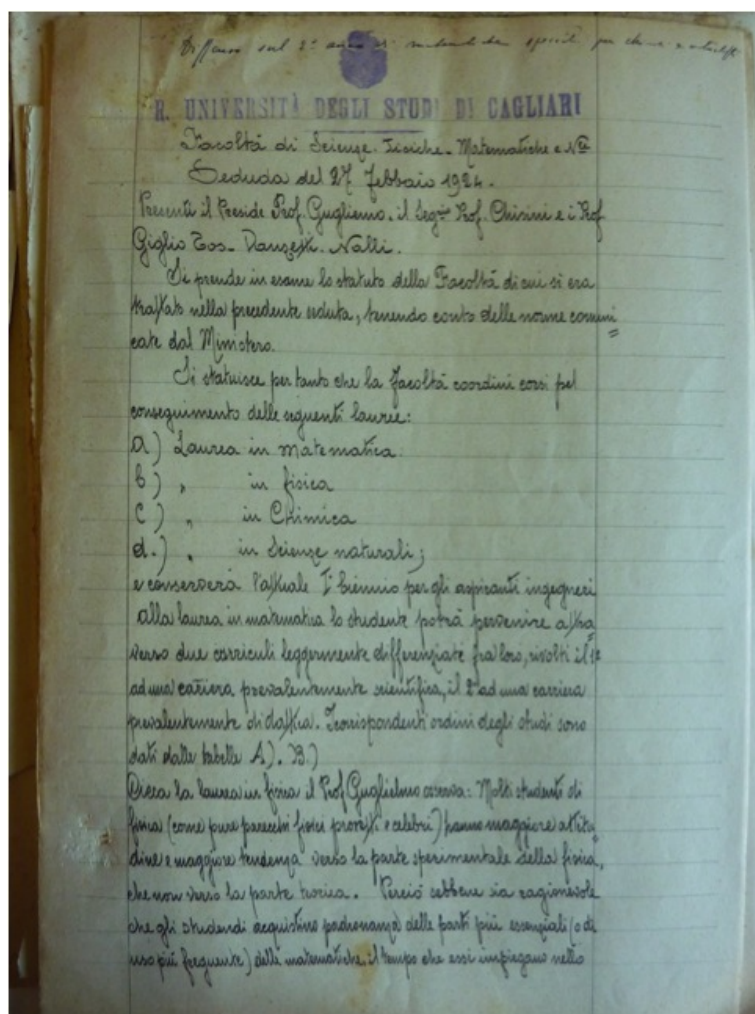


Figura 2.1: Verbale della seduta del Consiglio della Facoltà di Scienze del 27 febbraio 1924

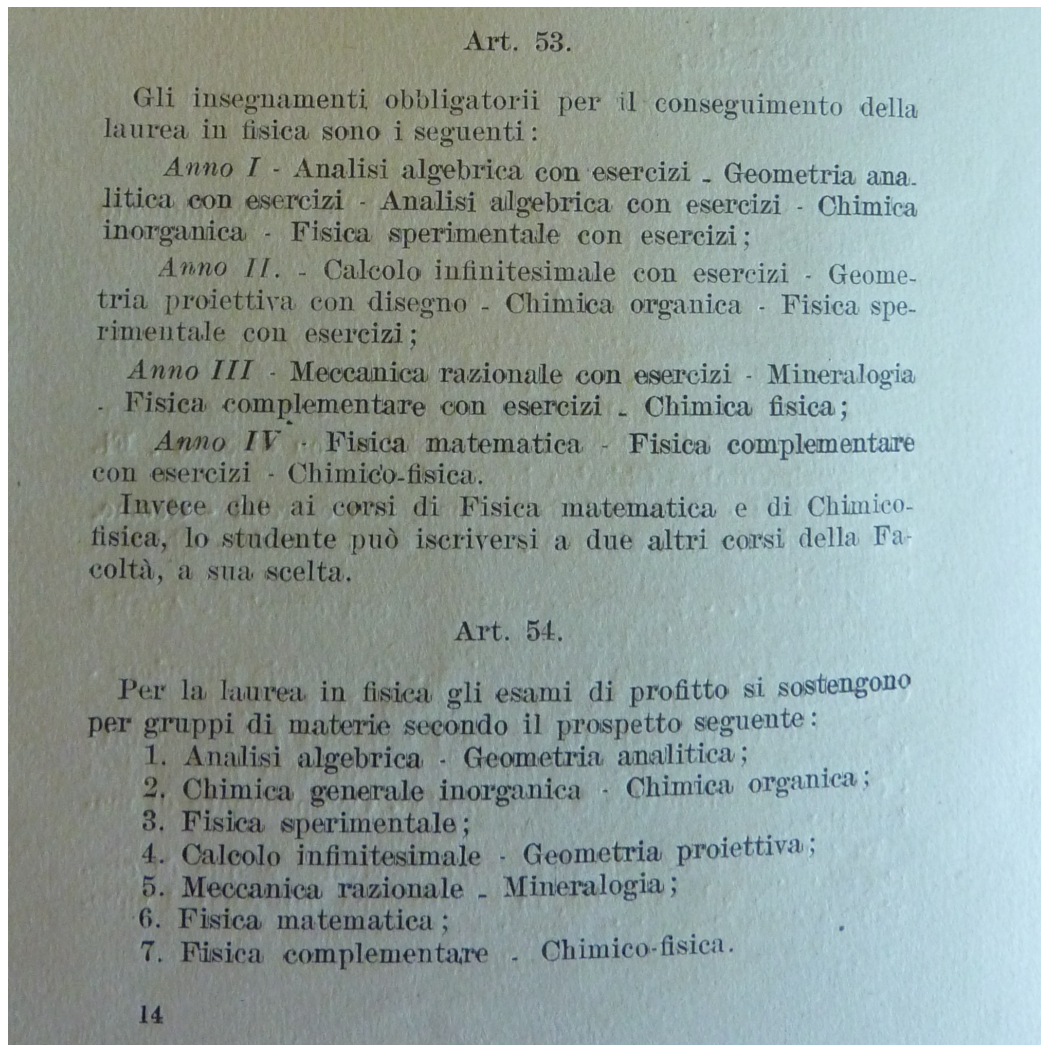
La Facoltà credendo conveniente di massima lasciare ampia libertà di scelta agli studenti nell'ordine dei corsi loro accetta la conclusione del prof. Guglielmo: che la laurea in fisica venga conseguita secondo il curriculum e le avvertenze indicate nella tabella C.

Quanto alle modalità relative all'insegnamento delle singole discipline, la Facoltà intende che sia conservata l'attuale tradizione, risultato di lunga e vasta esperienza.

La tabella C nel citato documento prevedeva che ben 4 corsi potessero essere scambiati con altrettanti corsi della Facoltà, e cioè Geometria descrittiva e

2.2. LO STATUTO DELLA R. UNIVERSITÀ DI CAGLIARI: NASCITA ED EVOLUZIONE

proiettiva, Meccanica superiore, Chimica fisica e Fisica matematica, la quale, viene specificato, “*per la parte fisica rientra nella Fisica complementare, per la parte chimica è superfluo [dire] che è troppo matematica, poco o niente fisica*”. Affermazione assai importante quest’ultima, che, come visto in precedenza, ci conferma come la Fisica matematica fosse vista dai fisici. Nell’art 53 dello Statuto definitivo rimarranno solo due materie sostituibili.



Inoltre l’art 55 prevedeva:

Per il conseguimento della laurea in fisica lo studente deve subire un esame pratico di fisica e presentare e discutere una tesi scritta sopra un argomento di fisica.

Inoltre, sempre nello stesso documento¹⁵, Guglielmo prende posizione a proposito del curriculum per i chimici e naturalisti, esprimendo parere negativo all'introduzione di un secondo anno di Matematiche speciali che avrebbe dovuto consistere di una parte di calcolo infinitesimale e di una parte di termodinamica. Si esprime poi dissenso per l'ordinamento dell'intero corso in generale, articolando il discorso in più punti:

Il Preside [Guglielmo] dichiara di non poter approvare la proposta aggiunta di un secondo anno di Matematiche speciali per i Chimici e i Naturalisti, nè l'ordinamento dell'intero Corso, per le seguenti ragioni:

1° Perchè la proposta non è giustificata e neppure motivata.

2° Perchè i trattati classici di Lorentz, Nerst, Mellor sono per la massima parte dedicati all'Analisi infinitesimale (ed alle sue applicazioni fisico-chimiche-meccaniche) mentre la nuova proposta (seguendo il Principio dell'equipartizione che regola il caos molecolare) attribuisce un anno all'Analisi algebrica e Geometria analitica ed uno all'Analisi infinitesimale ed alla Termodinamica e presumibilmente un quarto dell'intero Corso per ciascuno di questi 4 argomenti.

3° Perchè l'Analisi infinitesimale e la Termodinamica hanno ben poco di comune, e perchè le difficoltà di questa non sono d'indole matematica.

4° Perchè la Termodinamica, come vedesi in tutti trattati di Fisico-Chimica (Reyhler, Nerst, Jellinek, Campetti ecc) forma una parte essenziale di questa scienza. Così i giovani studiando in uno stesso corso e collo stesso maestro i Principi e le loro applicazioni possono meglio capirli e vedere evidente la loro utilità. La Termodinamica (con diversi scopi e con diversi metodi) sarà anche una parte essenziale della Fisica complementare.

5° Perchè gli studenti del 2° anno di Chimica non sono maturi per l'insegnamento necessariamente astratto della Termodinamica, non capiranno niente, dimenticheranno prontamente e nel 3° anno nel corso di Chimica fisica si dovrà ricominciare da capo. Il prof. Vanzetti, riferendosi alla nota del Preside, prof. Guglielmo, osserva che l'ordinamento proposto per gli studi chimici, discusso ormai ampiamente e approvato dalla Facoltà, non rappresenta solo il risultato di una esperienza personale del proponente, ma riassume i voti di tutti i Direttori di Istituti chimici

¹⁵Atti della seduta della Facoltà di Scienze 27 Febbraio 1924, A.S.U.Ca., Carteggio 1901-1950, anno 1924, busta 179, n. 765

2.2. LO STATUTO DELLA R. UNIVERSITÀ DI CAGLIARI: NASCITA ED EVOLUZIONE

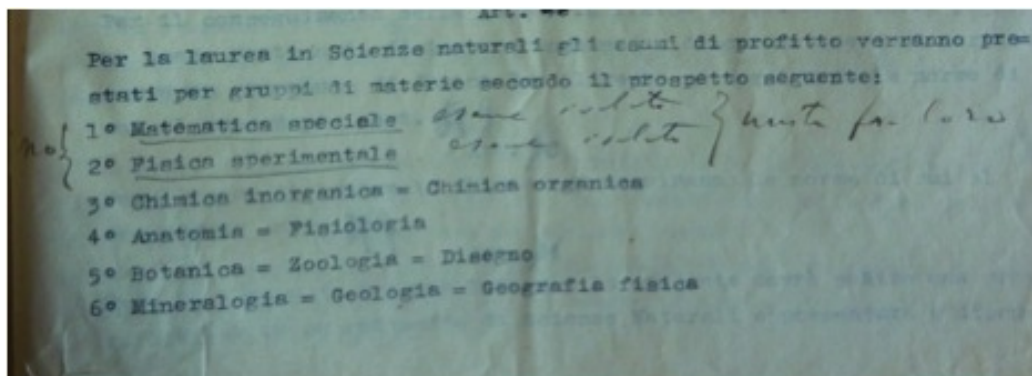
d'Italia, che si sono in questi ultimi tempi radunati più volte per decidere un accordo di massima sull'indirizzo da darsi agli studi stessi.

Diverse sono le ossevazioni che si potrebbero fare all'argomentazione di Guglielmo: una, molto evidente, di carattere didattico: lo studio con più professori in diversi corsi di uno stesso argomento è oggi considerato non un limite ma un vantaggio, perchè equivale ad affrontare in maniera più aderente al reale la complessità della Natura, approcciandola con più punti di vista e diverse metodologie.

L'altra osservazione riguarda il carattere, sostenuto da Guglielmo, di estraneità della Termodinamica ai problemi di indole matematica. Abbiamo visto invece che la formulazione più avanzata della Termodinamica stentò a essere introdotta in Italia proprio perchè basata su una matematica complessa.

Comunque nello Statuto definitivo del 1924 non è presente al secondo anno di Chimica il corso di Matematiche speciali, presente solo al primo anno.

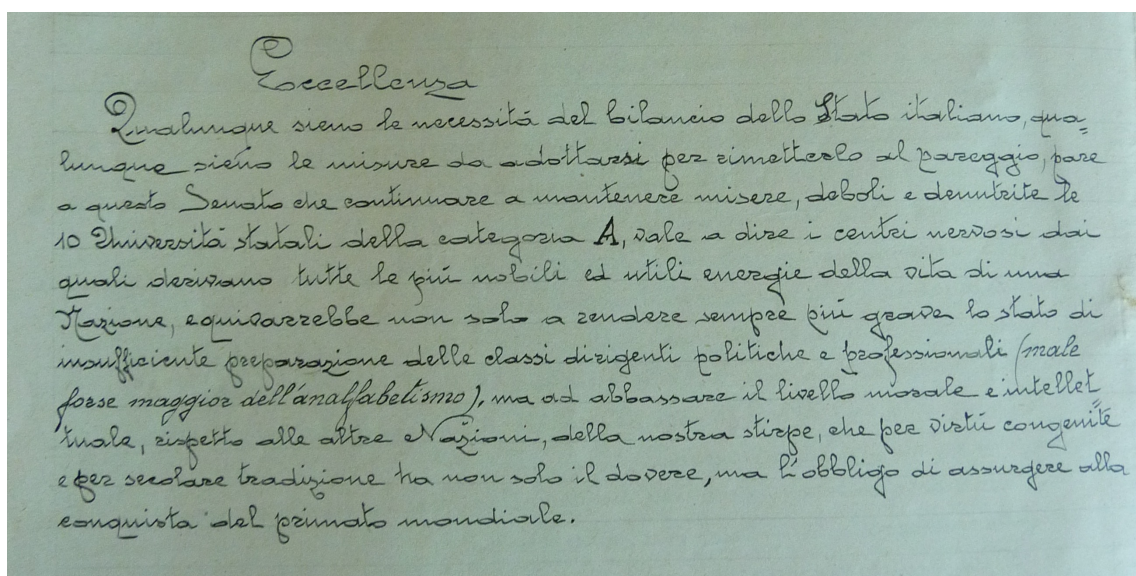
L'esame di Fisica sperimentale viene sostenuto singolarmente in Fisica e Matematica, mentre per la Laurea in Chimica esso costituisce gruppo insieme a Mineralogia e a Fisica-chimica; per la Laurea in Scienze Naturali si sostiene insieme a Matematica speciale, essendo stato disapprovato dal Consiglio Superiore l'esame isolato per queste materie:



Come si può vedere dal curriculum per la laurea in Fisica, con lo Statuto del 1924 viene introdotto il corso di Fisica Matematica che, come deduciamo dagli Annuari e come si vede nelle tabelle presenti in questa tesi nella sezione sugli insegnamenti, viene tenuto per il primo anno dal docente che aveva la cattedra di Meccanica razionale, come era consuetudine, e cioè Bruto Caldonazzo. Già nell'anno successivo il corso verrà tenuto da Giovanni Giorgi, preferito a Fermi nel concorso per tale cattedra.

Il corso di Fisica complementare viene tenuto da Guglielmo.

Tra i documenti inerenti allo Statuto della R. Università di Cagliari del 1924, mi è sembrato molto interessante il verbale della seduta del 27 Marzo 1924 del Senato Accademico, il quale, in occasione della compilazione dello Statuto, coglie l'occasione per far di nuovo presente al Ministro “*i principali e più urgenti bisogni delle diverse Facoltà e Scuole, perchè esse possano rispondere alla loro funzione in quella misura ed estensione che il progresso degli studi superiori improrogabilmente esige*”. Si fa quindi di nuovo richiesta di revisione della tabella A allegata alla legge Gentile, secondo cui venivano stabiliti i contributi dello Stato alle varie Università e di cui si è parlato nella sezione precedente di questa tesi. Questa volta la richiesta assume proprio la forma di una supplica. Dopo aver nello specifico indicato i bisogni di cui si è detto, separato dal resto dello scritto, nella parte finale del documento vi è un appello¹⁶:



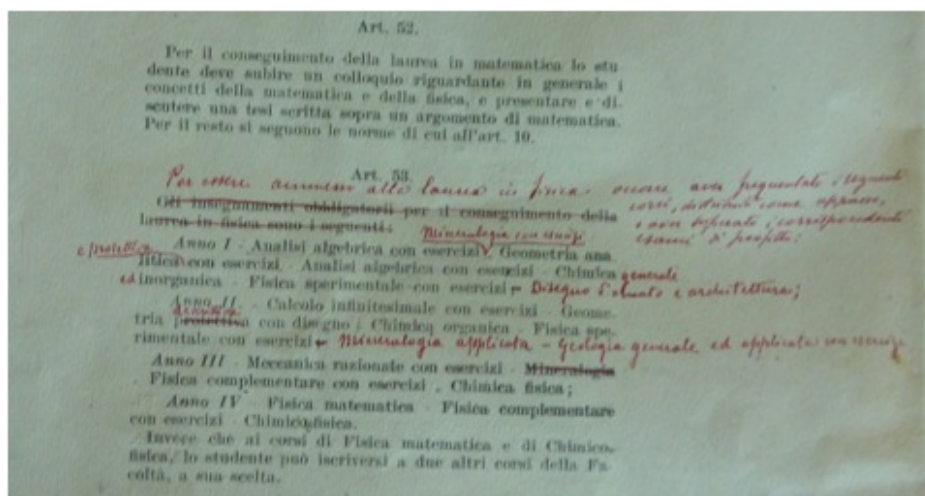
La busta 39 del fondo M.P.I., Direzione Generale Istruzione Superiore, Divisione II (1925-1945), “Cagliari Statuto 1926 e modifiche 27-31-34-36” contiene gli statuti degli anni riportati nel titolo, con tutte le carte relative alle proposte fatte in sede di Consiglio di Facoltà e di Senato Accademico, le relative osservazioni di Consiglio Superiore e del Ministero e l'approvazione finale del ministero, con ricostruzione di dinamiche analoghe a quelle viste

¹⁶Seduta del 27 marzo del Senato Accademico, A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., Div II, Legislazione e Statuti delle Università 1923-1938.

2.2. LO STATUTO DELLA R. UNIVERSITÀ DI CAGLIARI: NASCITA ED EVOLUZIONE

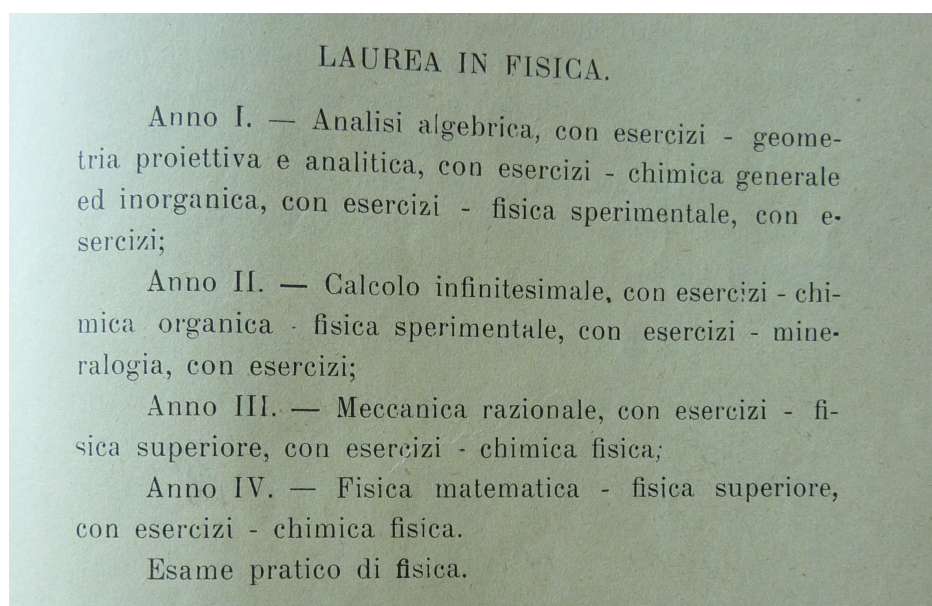
per lo Statuto del 1924.

Le modifiche apportate allo Statuto del 1924, porteranno allo Statuto approvato in data 14 ottobre 1926.¹⁷ La novità più evidente è l'abolizione degli esami per gruppi di materie e il ripristino degli esami speciali.



Per quanto riguarda il curriculum per la laurea in Fisica la novità più rilevante nello Statuto è l'introduzione del corso di Fisica superiore, biennale, anche se più che un nuovo corso potrebbe sembrare un cambio di denominazione da fisica complementare, che infatti scompare. Ipotesi avvalorata dalla permanenza dello stesso docente, ossia Guglielmo.

¹⁷Le prime modifiche allo Statuto apportate dal Senato Accademico furono trasmesse da Guglielmo, da parte del Rettore, in data 21 dicembre 1925 e arrivarono al Ministro in data 26 dicembre, quando, dice il Ministro, i lavori del Consiglio Superiore della P.I. erano ormai conclusi.



Una novità piuttosto singolare per la Facoltà di Scienze, è la comparsa al suo interno di “*Corsi speciali di cultura militare*”:

Art. 59

I corsi speciali di cultura militare, istituiti presso la Facoltà di Scienze a norma del R.D.L. 7 agosto 1925 n 1615, hanno per iscopo di promuovere e sviluppare l'attività scientifica per quanto riguarda la tecnica militare; di dare una preparazione scientifica speciale agli studenti che debbono prestare servizio quali ufficiali di complemento nelle Forze armate dello Stato; di preparare diplomati e laureati specializzati per le industrie che interessano la difesa nazionale.

Art. 63

Coloro che aspirano all'attestato di idoneità debbono frequentare i seguenti corsi quadrimestrali e superare i relativi esami:

- a) Storia militare*
- b) Topografia*
- c) Fortificazione*

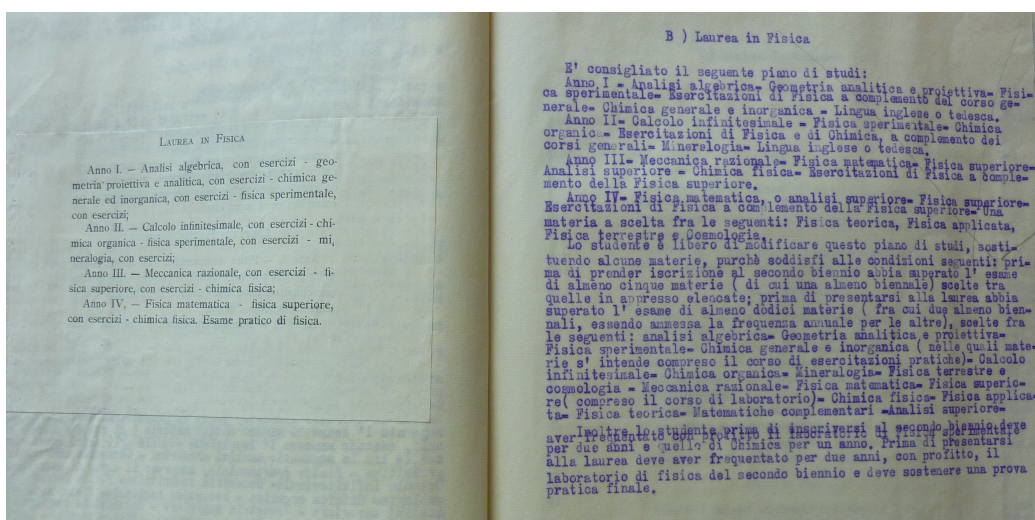
Statuto 1927 Nello Statuto del 1927, approvato con R.D. 13 ottobre n 2232, si permette una grande libertà di scelta da parte dello studente.

Si può vedere a sinistra il curriculum dello Statuto precedente (quello del 1926) e a destra le proposte per il nuovo Statuto dove, dove si trova scritto:

2.2. LO STATUTO DELLA R. UNIVERSITÀ DI CAGLIARI: NASCITA ED EVOLUZIONE

Lo studente è libero di modificare questo piano di studi, sostituendo alcune materie, purchè soddisfi alle condizioni seguenti: prima di prendere iscrizione al secondo biennio abbia superato l'esame di almeno cinque materie (di cui una almeno biennale) scelte tra quelle in appresso elencate; prima di presentarsi alla laurea abbia superato l'esame di almeno dodici materie (fra cui due almeno biennali, essendo ammessa la frequenza annuale per le altre), [...]

Inoltre lo studente prima di iscriversi al secondo biennio deve aver frequentato con profitto il laboratorio di Fisica sperimentale per due anni e quello di Chimica per un anno. Prima di presentarsi alla laurea deve aver frequentato per due anni, con profitto, il laboratorio di fisica del secondo biennio e deve sostenere una prova pratica finale.



Tuttavia nessuna delle nuove materie di Fisica introdotte tra quelle "a scelta" dello studente nel quarto anno, ossia Fisica teorica, Fisica applicata, Fisica terrestre e cosmologia sarà impartita nella Facoltà nei successivi 3 anni accademici. Troviamo solo per un anno Fisica applicata nel 31-32 con Firrao Giuseppe.

Lo Statuto del 1931, approvato con R.D 22 ottobre 1931 n 1558, per Statuto quanto riguarda il curriculum di Fisica, presenta poche differenze, non sostanziali, con quello precedente. Le materie da superare per potersi iscrivere al secondo biennio diventano sei invece che cinque, pur rimanendo dodici le materie totali di cui sostenere l'esame prima della laurea. Inoltre prima di iscriversi al secondo biennio lo studente deve sostenere una prova pratica di

lingua inglese o tedesca, *dimostrando di aver acquisito una conoscenza sufficiente per comprendere uno scritto di fisica*".

Statuto 1934 Per quanto riguarda lo Statuto del 1934 non tutte le modifiche proposte dalla Facoltà di Scienze¹⁸ vengono accolte dal Senato Accademico¹⁹ e poi dal Consiglio Superiore della Educazione Nazionale²⁰. In particolare il Senato Accademico, per considerazioni d'indole finanziaria, non accoglie nessuna proposta fatta dalla Facoltà di Scienze per quanto riguarda l'istituzione di nuovi insegnamenti e approva solo la sostituzione della Fisica applicata con l'Elettrotecnica, sostituzione negata dal Consiglio Superiore che pretende che rimangano invariati i titoli degli insegnamenti mentre accogli " *con particolare soddisfazione*" la proposta di istituire un colloquio che deve precedere l'esame di laurea.

Lo statuto sarà approvato con R.D. 16 Dicembre 1934 n 2400.

2.3 Gli insegnamenti di Fisica

Essendo stato istituito il Corso di Laurea in Fisica solo nel 1924-25, gli insegnamenti di Fisica relativi agli anni anteriori a tale data si riducono a Fisica sperimentale per il primo biennio unico nella Facoltà di Scienze e ai corsi di Fisica chimica e di Mineralogia, entrambi presenti nel curriculum di Fisica a livello nazionale. In realtà anche questi ultimi due corsi saranno assenti per diversi periodi dai piani di studio della Facoltà di Scienze di Cagliari, vista la difficoltà generale a mantenere attivi gli insegnamenti.

Di questa difficoltà è fornita testimonianza nei verbali delle sedute dei professori ordinari, dove spesso i docenti richiedono al Ministro di bandire il concorso per ricoprire delle cattedre vacanti con risposta spesso evasiva, indugiante se non in alcuni casi recalcitrante da parte del Ministro, come, ad esempio, per la cattedra di Botanica, per cui si richiedeva la stabilità già dal 1893, dopo il collocamento a riposo dell'ordinario Patrizio Gennari e l'assegnazione per incarico a Domenico Lovisato, ordinario di Mineralogia e Geologia.²¹ Nella seduta dei professori ordinari del 21 dicembre 1894 si legge una lettera ministeriale in cui a chiare lettere si afferma:

¹⁸Seduta 1° marzo 1934

¹⁹Seduta 12 aprile 1934

²⁰Seduta 14 novembre 1934

²¹Seduta dei professori ordinari della Facoltà di Scienze MFN 1 dicembre 1893, A.S.U.Ca., 1.5.4, busta 27, n. 2.

*Il Ministro non intende bandire concorso per la nomina di un professore ordinario nè prendere risoluzione per un provvedimento definitivo.*²²

I docenti eserciteranno a più riprese pressioni sul Ministro, come si evince dai verbali delle sedute dei professori ordinari del 9 e del 16 giugno 1895, del 20 giugno 1896 e del 9 maggio 1897.²³ In quest'ultima seduta si chiede che venga bandita anche la cattedra di Chimica, in seguito alla morte dell'ordinario Giuseppe Missaghi, ciò che portava ad essere veramente critico il numero di ordinari della Facoltà, ridotto ormai a tre per cui ci si trovava spesso nella condizione di non poter deliberare fra ordinari. Tale situazione era peraltro abbastanza cronica. Nel 1932, nella Relazione annuale della Facoltà di Scienze, in qualità di Preside, scrive Rita Brunetti:

*La Facoltà di Scienze col principio dell'anno accademico 1931-32 si è praticamente completata, coprendo la Cattedra di Geologia con la chiamata del prof. Vardabasso [...] Con questo nuovo Elemento la Facoltà si trova così, per la prima volta, ad aver coperti con professori di ruolo dieci degli undici posti assegnati dal Regolamento (quattro professori ordinari e sei straordinari).*²⁴

Ma nel 1935, da una lettera indirizzata al Rettore datata 21 luglio 1935, si deduce che la Brunetti sta ancora tribolando per la copertura delle cattedre:

Le quattro cattedre scoperte della Facoltà di Scienze sono quelle di 1° Analisi Algebrica 2° Calcolo Infinitesimale 3° Meccanica Razionale 4° Chimica Generale e Inorganica.

Non mi consta che per le prime tre sia possibile provvedere per trasferimento.

La Facoltà ha già richiesto per esse il bando di concorso.[...]

Nella Facoltà di Scienze che deve provvedere agli insegnamenti necessari per quattro lauree, di cui tre almeno non molto affini fra loro, sembra difficile allo stato attuale delle cose introdurre modificazioni negli incarichi. Essi sono sempre stati tenuti entro i limiti dei desiderata espressi anche recentemente dalle autorità superiori e cioè limitati agli insegnamenti fondamentali.

Per quanto riguarda la distribuzione di questi incarichi si sono sempre incontrate difficoltà notevoli nel trovare insegnanti sia locali che non locali. Quest'anno tre buone soluzioni si erano date

²²Seduta dei professori ordinari della Facoltà di Scienze MFN 21 dicembre 1894, A.S.U.Ca., 1.5.4, busta 27, n. 2.

²³A.S.U.Ca., 1.5.4, busta 27, n. 2..

²⁴A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., div II (1925-1945).

[...] Per gli altri numerosi incarichi si era dovuto provvedere o con gli assistenti alle diverse cattedre vacanti o con i professori delle cattedre di ruolo.²⁵

Vediamo il prospetto degli insegnamenti dal 1890 al 1938:

²⁵A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., div II (1925-1945).

Tabella 2.1: Corsi di fisica nella Facoltà di Scienze M.F.N. della R. Università di Cagliari

a.a.	Fisica sperimentale	Fisica matematica	Fisica complementare	Fisica superiore	Fisica chimica	Mineralogia e Geologia	Fisica Teorica
1890-91	A. Battelli					D. Lovisato	
1891-92	G. Guglielmo (straord)					”	
1892-93	”					”	
1893-94	”					”	
1894-95	G. Guglielmo (ord)					”	
1895-96	”					”	
1896-97	”					”	
1897-98	”					”	
1898-99	”				G. Oddo (c. libero)	”	
1899-00	”				”	”	
1900-01	”				”	”	
1901-02	”				”	”	
1902-03	”				”	”	
1903-04	”				”		
1904-05	”				”		
1905-06	”				”		
1906-07	”					D. Lovisato	
1907-08	”					”	
1908-09	”				M. Betti (c. libero)	”	

Tabella 2.2: Corsi di fisica nella Facoltà di Scienze M.F.N. della R. Università di Cagliari

a.a.	Fisica sperimentale	Fisica matematica	Fisica complementare	Fisica superiore	Chimica fisica	Mineralogia	Fisica Teorica
1909-10	G. Guglielmo				M. Betti (c. libero)	D. Lovisato	
1910-11	"						
1911-12	"						
1912-13	"						
1913-14	"						
1914-15	"						
1915-16	"						
1916-17							
1917-18							
1918-19							
1919-20	G. Guglielmo					G. Lincio	
1920-21	"					E. Reossi	
1921-22	"					"	
1922-23	"					E. Reossi + E. Billow (c. libero)	
1923-24	"				E. Puxeddu	E. Billow (c. libero)	
1924-25	"	Caldonazzo	G. Guglielmo		"	U. Panichi + E. Billow (c. libero)	
1925-26	"	G. Giorgi	"		"	"	
1926-27	"	"		G. Guglielmo	"	"	
1927-28	"	"		"	B. Vanzetti	"	

Tabella 2.3: Corsi di fisica nella Facoltà di Scienze M.F.N. della R. Università di Cagliari

a.a.	Fisica sperimentale	Fisica matematica	Fisica complementare	Fisica superiore	Chimica fisica	Mineralogia	Fisica Teorica
1928-29	R. Brunetti	G. Giorgi		R. Brunetti	B. Vanzetti	A. Cavinato	
1929-30	"	ing. Crudeli		"	"	"	
1930-31	"	"		"	"	"	
1931-32	"	"		"	"	E. Onorato	
1932-33	"	"		"	"	"	
1933-34	"	"		"	"	"	
1934-35	"	"		"	L. Cavallaro	"	
1935-36	"	Graffi		"	"	"	
1936-37	Ollano	P. Teofilato		Ollano	A. Quartaroli	A. Cavinato	
1937-38	I. Ranzi	"		I. Ranzi	"	A. Quartaroli	I. Ranzi

Nelle tabelle non ho riportato alcuni corsi di brevissima apparizione: Fisica applicata compare negli annuari un solo anno nel 1931-32, tenuta da tale Giuseppe Firrao; mentre nel 1932-33 Pasqualino Fadda è incaricato per il corso di Fisica terrestre e cosmologia, che riprenderà solo nel biennio 1936-38 tenuto da Giuseppe Frongia con la denominazione Fisica terrestre e climatologia.

Per quanto riguarda la cattedra di Fisica, dopo un biennio di permanenza di Angelo Battelli, essa sarà tenuta per ben trentasette anni da Giovanni Guglielmo a partire dall'anno accademico 1891-92.

Appena arrivato a Cagliari, Guglielmo si adopera perché il corso di Fisica, da annuale diventi biennale, come si evince dalla seguente discussione in sede di seduta dei professori del 7 febbraio 1892:

Sono presenti il Prof. Lovisato Preside e i prof. Gennari, Missaghi, Fais, Ficalbi, Vivanet, Usai, Guglielmo.

Si legge la lettera del sign. Rettore avente per oggetto « Proposte riguardo all'assetto degli istituti scientifici. » La Facoltà riferendosi alla deliberazione del 7 Dicembre 1891 propone che i singoli direttori d'istituti scientifici inviino per iscritto al Preside le relative proposte. [...] Il Preside fa noto che avendo il prof. Battelli diviso il corso di Fisica in due anni, già risultava l'inconveniente che gli studenti di Matematica iscrivendosi solo al 1° anno, non ricevevano l'insegnamento che su una parte della Fisica; egli crede invece opportuno che il corso sia fatto in un anno.

Il prof. Guglielmo osserva che in altre Università fra le primarie e le più importanti il corso di Fisica viene diviso in due anni. Gli studenti della Facoltà di Scienze come pure quelli della Facoltà di Medicina, vengono all'Università dopo aver fatto un corso triennale di Fisica, il professore di Fisica dell'Università non potrebbe esporre interamente detta scienza in un anno senza essere eccessivamente conciso, o troppo superficiale. Il prof. Guglielmo crede conveniente che in una Università si dia un corso di Fisica piuttosto esteso ed elevato acciocchè i giovani di buona volontà possano profittarne. Di più ritiene che per giovani che hanno già fatto un corso di Fisica, sia più utile l'esposizione estesa d'una parte che non una ripetizione sommaria di tutta la scienza. Rammenta che esimii professori deplorano la pedanteria dei regolamenti ed invocano la libertà dell'insegnamento, perché è presumibile che nessuno meglio del professore di una scienza, può conoscere come convenga esplorarla. Per quanto lo concerne però egli si dichiara pronto a seguire il parere della Facoltà.

Il prof. Missaghi non fa opposizione al fatto della divisione del corso in due anni, desidera solamente che l'esame si dia al 2° anno. Il prof. Gennari ritiene che l'esempio del prof. Battelli e di altri autorevoli professori giustifichino l'impiego di due anni che egli crede utili ai giovani; non crede che la Facoltà possa pronunziarsi e sarebbe forse il caso di dichiararsi incompetenti, tuttavia propone che si facciano voti al Ministro perché il corso di Fisica sia biennale.

Il prof. Fais si unisce al prof. Gennari per le suddette dichiarazioni; per l'anno in corso la questione è risolta dal fatto che siamo quasi a metà anno; si tratta dell'avvenire, tutti sono convinti che un anno solo non è sufficiente perciò crede opportuno che la Facoltà faccia voti presso il Ministro perché la si autorizzi a rendere il corso di Fisica biennale. La Facoltà fa voti perché il corso di Fisica sia reso biennale.²⁶

E sarà tuttavia solo tra il 1896 e il 1902 che il corso di Fisica diventerà effettivamente biennale per gli studenti del biennio propedeutico alle Lauree scientifiche, mentre rimarrà annuale per Medicina e Farmacia, pur trattandosi per molto tempo delle stesse lezioni, come si può capire dagli Annuari dove l'orario di Fisica Sperimentale è il medesimo per tutti gli studenti. A questo proposito, già dal 1894 *Guglielmo lamenta l'inconveniente che un corso solo di Fisica debba servire per studenti di Matematiche, Medicina e Farmacia, mentre in altre Università, per esempio a Siena ove esiste solo Medicina e Farmacia, si hanno corsi separati.*²⁷ Solo a partire dall'anno 1909-10 compare negli Annuari un libero docente, Francesco Maccarrone, appositamente incaricato di Fisica per medici e farmacisti, con un corso separato dunque. Dopo Maccarrone terrà questo corso Cesare Zedda e negli ultimi anni della sua carriera dagli Annuari risulta nuovamente titolare Guglielmo. Peraltro dal 1925-26 le lezioni furono tenute da Teresa Mundula, come risulta da più lettere autografe di Guglielmo, in cui si dichiara anche che la Mundula svolse l'incarico con notevole soddisfazione degli studenti.

Il nome della Mundula compare ufficialmente solo per le esercitazioni di Fisica e non per le lezioni di Fisica a medici e farmacisti, essendo ella laureata in Chimica nel 1918 e in Scienze Naturali nel 1921 ma non in Fisica, non ancora istituita in quegli anni. Per questo motivo:

Nel giugno 1926, il Professore titolare e Direttore dell'Istituto di Fisica, volendo meglio assicurare la posizione giuridica della

²⁶A.S.U.Ca., 1.5.4, busta 27, n. 2.

²⁷Seduta di Facoltà del 3 giugno 1894, A.S.U.Ca., 1.5.4, busta 27, n. 2.

dott.ssa MUNDULA, quale aiuto dell'istituto stesso, fece richiesta presso il Consiglio d'Amministrazione perchè venisse bandito il Concorso per l'ufficio di Aiuto, a termini dell'art.64 del R.D. 30 settembre 1923 n. 2102 e 105 del R.D. aprile 1924 n.674 ciò che fu fatto a mezzo di decreto rettorale del 10 agosto 1926, pubblicato nel Boll. Uff. del Ministero della P.I. del 2 settembre 1926 n. 36.

Avvenne, così, che la Dott.ssa MUNDULA, tempestivamente diffidata, cessò col 16 ottobre 1926 dall'Ufficio di Aiuto, per riassumerlo, dalla stessa data, a seguito di vincita del Concorso, ed in forza del decreto rettorale di nomina del 30 marzo 1927.²⁸

Avvenne così che non venendo riconosciuto a Teresa Mundula il servizio precedente il concorso, il suo stipendio fu decurtato e non le vennero riconosciuti i cinque anni consecutivi di servizio all'Università necessari per l'abilitazione all'insegnamento negli Istituti Medi.

In favore di Teresa Mundula, Guglielmo si adoperò con diversi scritti. Si riportano di seguito una referenza datata 20 settembre 1926²⁹ ed una lettera al Rettore del 29 gennaio 1928³⁰, in cui, a parziali compensazioni del danno subito, Guglielmo propone Teresa Mundula per una gratificazione.

²⁸Memoriale di servizio di Teresa Mundula, archivio privato Crespellani-Mundula

²⁹Archivio privato Crespellani-Mundula

³⁰A.S.U.Ca., *Carteggio 1901-1950*, anno 1928, busta 180, n. 758.



Cagliari, 20 Settembre 1926

La Sig.^a Dott. Teresa Crespellani Mundula, che già come studente, distinta, aveva dimostrato molto interesse per lo studio della Fisica, dopo laurearsi prima in Chimica poi in Scienze Naturali (non esistendo allora a Cagliari la Laurea in Fisica) frequentò per parecchi mesi l'Istituto fisico, impraticandosi nelle principali esercitazioni e perciò fu proposto come aiuto in questo Istituto.

In questa qualità (tenuta dal 15 Ottobre 1921, senza interruzione, fino ad ora) Essa ha diretto lodevolmente le Esercitazioni di Fisica degli Studenti del 1° Biennio della Facoltà di Scienze e mi ha sostituito in parecchie lezioni di Fisica Sperimentale, cosicché nel decorso anno scolastico 1925-26 Le affidai l'insegnamento della Fisica per gli Studenti di Medicina e di Farmacia; ho avuto occasione di assicurarmi, come era mio dovere, che gli Studenti trassero molto profitto dalle Sue lezioni chiare e precise e che Essi apprezzarono molto la Sua giusta severità.

Aggiungerò che la Sig.^a Dott. Crespellani ha intrapreso e condotto a termine un lungo

lavoro sperimentale (sulla misura delle lunghezze
d'onda cogli anelli di Newton) tuttora manoscritto
dimostrando molta perspicacia e perseveranza,

G. Guglielmo
direttore dell'Istituto fisico
della R. Università



3

Cagliari, 29 Gennaio 1928.

All' Illmo Signor Rettore della R. Università

Oggetto { Compenso all'insegnante 1/2-328 di Cagliari
 di Fisica per i medici ecc. IV
238

annuale

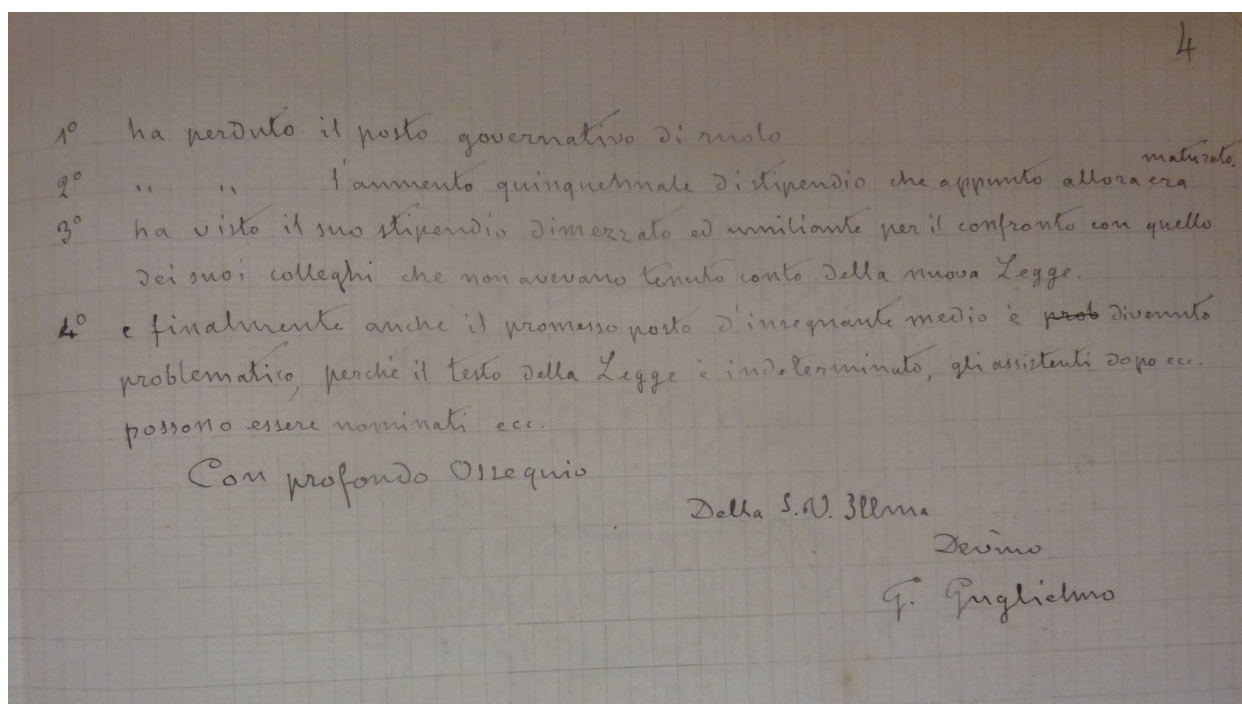
L'insegnamento della Fisica sperimentale per gli Studenti di Medicina e Farmacia (che non può essere confuso con quello biennale oggi per gli Studenti d'Ingegneria e Scienze che hanno ^{inoltre} una cultura matematica notevole) mentre si creavano tanti nuovi incarichi, non è stata riconosciuta come materia della ^{fra} gli incarichi della Facoltà di Medicina perché scientifico né fra quelli della Facoltà di Scienze perché non si guarda i suoi studenti. Perciò io ho affidato questo insegnamento allo Sig. Dott.^{ore} Teresa Crespellani-Mundula che da anni lo disimpegna con zelo ed amore.

Poiché ^{per} altre insegnamenti ritenuti necessari ma privi di un incarico regolare, ^{cioè nozioni} ~~non~~ compresi nello Statuto della Facoltà, viene concessa dallo Spettabile Consonzio Universitario una remunerazione, pregherei che essa venisse concessa (nella misura che la S. U. Illma ed il Consonzio giudicheranno equa) anche alla suddetta Sig. Dott.^{ore} Crespellani-Mundula.

Tale compenso gioverebbe a sanare il danno che questa, senza suo demerito ma anzi per ossequio alla Legge è venuta a subire.

Parandomi che la nuova Legge sulla nomina per Concorso degli Aiuti ed Assistenti ~~faceva~~ suscitasse il dubbio che quelli di vecchia nomina fossero stati assunti per capriccio o per parzialità dal Direttore, ho voluto che la Sig. Crespellani si assoggettasse alla prova del Concorso che essa superò brillantemente; e come compenso per questa nuova prova della sua attitudine al suo ufficio ha ottenuto:

L. B. O.



I corsi di Fisica tenuti da Guglielmo e dalla Brunetti sono trattati nei capitoli a loro dedicati in questa tesi.

Vorrei invece entrare brevemente in merito al corso di Fisica matematica tenuto dal 1925-26 al 1928-29 da Giovanni Giorgi, prima da precario, poi stabilizzato con il famigerato concorso del 1926 in cui fu preferito a Enrico Fermi. Giovanni Giorgi (Lucca 1871 - Castiglioncello 1850) era un ingegnere che a tale data aveva già svolto un'intensa attività di ricerca producendo numerosi lavori in svariati campi dell'ingegneria, della fisica, delle scienze naturali e della chimica e aveva già elaborato il sistema di unità di misura che da lui prese il nome e che fu il precursore dell'odierno Sistema Internazionale. Proprio mentre era docente a Cagliari, Giorgi partecipò al Congresso Internazionale dei Fisici del 1927 insieme agli scienziati più importanti del mondo.

Quello di Giorgi fu molto probabilmente il primo corso di Fisica a Cagliari che trattasse in maniera piuttosto estesa i postulati della relatività e della meccanica quantistica, essendovi negli appunti delle lezioni di Fisica sperimentale di Guglielmo solo dei cenni, e dubitando d'altra parte che trattazioni più avanzate potessero esserci nelle lezioni non pervenute dei corsi di Fisica complementare e Fisica superiore tenute da Guglielmo negli stessi anni.

Si riporta di seguito l'indice della dispensa contenente le lezioni di Giorgi:

INDICE DEL CONTENUTO

Capo I. Convenzioni e notazioni

Capo II. Introduzione alla teoria dei campi di corrente elettrica e dei campi vettoriali in generale

Capo III. Distribuzione

Capo IV. Campi di corrente nei conduttori ohmici. Campi di Laplace. Principio e problema di Dirichlet

Capo V. Metodi complementari per lo studio dei vettori e dei campi vettoriali

Capo VI. Campi di corrente nei dielettrici

Capo VII. Elettrostatica

Capo VIII. Magnetismo

Capo IX. Elettromagnetismo. Parte prima

Capo X. Elettromagnetismo. Parte seconda

Capo XI. Radiazioni elettromagnetiche

Capo XII. Teoria di Lorentz

Capo XIII. Sommario di lezioni sull'evoluzione delle teorie dal 1900 al 1928

L'ultimo capitolo, quello più interessante dal nostro punto di vista, purtroppo fornisce, come viene detto appunto nell'indice, solo un sommario delle lezioni. Pur non dando dunque un'idea precisa del grado di approfondimento con cui furono trattati, ritengo tuttavia utile riportare gli argomenti presenti in questa sezione, con le sue sottosezioni:

CAP. XIII. SOMMARIO DI LEZIONI SULL' EVOLUZIONE DELLE TEORIE ELETTRICHE DAL 1900 AL 1928

97 *Discussione a cui ha dato luogo il fenomeno dell'aberrazione. Esperienze di Michelson e Morley. Ipotesi della contrazione di Fitzgerald e Lorentz. esperienze di Lord Rayleigh e Brace. Sviluppo delle teorie semi relativistiche. Conclusioni di Poincaré.*

98 *La prima teoria di Relatività (Einstein 1905). Sua esplicazione dal punto di vista moderno. I cinque postulati fondamentali. deduzioni delle trasformazioni lorentziane mediante la teoria delle caratteristiche. Rappresentazione iperspaziale di Minkowski. Confutazione delle obiezioni apparenti. Discussione sull'origine della nozione di tempo. Sostituzione dei nuovi assoluti agli antichi. Iperconi assoluti e loro funzione. Trasformazioni relativistiche applicate al campo elettromagnetico. Significato fisico e*

conseguenze della teoria di relatività.

99 *Passaggio dalla prima alla seconda relatività. Gli assi Alfa: loro intervento nei fenomeni fisici. Necessità di attribuire inerzia all'energia. Cenni sui postulati fondamentali della relatività generalizzata. Sistemi inerziali; loro funzione fisica. Tensori einsteiniani. Il potenziale concepito come un tensore nello spazio a quattro dimensioni. Tensori energetici. Curvature dello spazio. Teoria einsteiniana della gravitazione. Conseguenze fisiche della relatività generalizzata: discussione sulle verificazioni fatte.*

100 *Tentativi di spiegazione dei fenomeni elettrici e magnetici mediante ipotesi di carattere ipergeometrico. Teoria di Weyl. Critiche a cui ha dato origine.*

101 *Ulteriore sviluppo della teoria elettronica. Tentativi di applicazione dell'elettrodinamica di Lorentz agli ambienti interatomici. L'atomo di Rutherford. Disaccordo fra l'ipotesi di validità dell'elettromeccanica classica, e la stabilità dell'atomo, e le leggi del suo irraggiamento.*

102 *Origine delle teorie quantistiche. La costante di Planck. Postulati di Bohr. Livelli quantici. Spiegazione delle righe spettrali. Ipotesi dei fotoni di Einstein. Ragioni favorevoli e ragioni contrarie. Sviluppi e conseguenze varie.*

103 *Sviluppo matematico della fisica quantistica. Le matrici a infiniti elementi di Heisenberg e di Born. La teoria dell'atomo quantizzato, alla stregua del metodo degli operatori funzionali.*

104 *Ragione d'essere della meccanica ondulatoria. Il postulato fondamentale di De Broglie. La funzione di Schrodinger e le sue onde. Riduzione dei fenomeni discontinui alla fisica del continuo. Teorie dell'Universo a cinque dimensioni. Critiche recenti alle teorie ondulatorie.*

105 *Le manifestazioni atomiche e quantistiche alla stregua della meccanica statistica. Cenni sulle ipotesi statistiche di Bose, di Einstein, di Dirac, di Fermi. interrogativi sul principio di causalità.*

106 *Limiti delle nostre concezioni attuali. Quesiti fondamentali che restano tuttora insoluti.*

Come si può vedere si tratta dunque di un'ampia panoramica delle nuove teorie, trattate per di più con una prospettiva storica e con cenni di problematiche epistemologiche, ciò che la dice lunga sulla sua versatilità d'ingegno.

2.4 Il Gabinetto di Fisica

Le caratteristiche delle comunità di ricerca dei fisici descritte a livello nazionale trovano pieno riscontro nel Gabinetto di Fisica di Cagliari.

Per tanti anni dal suo arrivo Guglielmo sarà affiancato solo da un tecnico preparatore, seppure impersonato da quel valoroso Giuseppe Dessì che aiutò Pacinotti nella costruzione della sua macchinetta magneto-elettrica.

Pure evidentemente non era considerato un aiuto sufficiente da Guglielmo che in alcune sedute del Consiglio Accademico chiede con insistenza un altro assistente

*Il prof. Guglielmo si lamenta della mancanza di un assistente nell'organico del suo Gabinetto, assistente che è in quello di tutti gli istituti fisici del regno e chiede che la facoltà, appoggiando la sua domanda faccia voto al Ministro perchè gli accordi un assistente, non potendo attendere a queste funzioni l'assistente meccanico che solo trovasi in organico.*³¹

Siamo nel 1897, ma un assistente sarà ottenuto da Guglielmo soltanto nel 1903, con la nomina di Cesare Zedda in applicazione del R.D. 25 giugno 1903³², seguito al Decreto del pareggiamento del 1902³³, “*che modifica i ruoli organici del personale degli Istituti scientifici e approva i ruoli organici di altri stabilimenti scientifici di nuova istituzione nella R. Università di Cagliari.*”. Accanto a un assistente preparatore con dotazione di 1200 lire era infatti ivi previsto un assistente con dotazione di 1000 lire. Invece la figura del servente, sempre presente, è assimilabile a un bidello anche se, come può vedersi dalle tabelle appresso, vi è il caso di E. Frau che dopo tre anni da servente diventa tecnico preparatore dando l'idea di una certa elasticità nell'attribuzione delle mansioni a seconda delle capacità personali e nella definizione dei ruoli relativi a determinate competenze: anche Giuseppe Dessì è definito talora assistente, talora assistente preparatore, talora tecnico preparatore.

Di sicuro il gruppo è sparuto. Sarà solo nel 1912-13, probabilmente in ottemperanza (anche se in ritardo) alla legge 19 luglio 1909 n 496 che stabiliva gli organici per tutte le Università del Regno, che verrà introdotta un'altra figura di collaboratore, quella dell'aiuto, concepita di grado superiore all'assistente perchè con dotazione maggiore. Tuttavia di lì a poco per ben cinque anni, prima durante e dopo la guerra, non vi sarà nomina per queste figure.

³¹Verbale seduta consiglio di Facoltà 24 giugno 1897, Archivio Storico Università di Cagliari, A.1, sez. 2.1, s.8, b. 31.

³²R.D. 25 giugno 1903, n. 329.

³³Legge n. 252, 19 giugno 1902.

A partire dal 1932-33, con la Brunetti, ci saranno più assistenti, anche volontari.

Tabella 2.4: Personale Gabinetto di Fisica Sperimentale

A.A.	Fisica sperimentale+ direttore Gabinetto	aiuto	assistente	tecnico preparatore	serviente
1890-91	A. Battelli		G. Dessì (prep.)		S. Luzi
1891-92	G. Guglielmo (straord)		"		"
1892-93			"		"
1893-94	"		"		"
1894-95	G. Guglielmo (ord)		"		n.n.
1895-96	"		"		V. Martinasco
1896-97	"		"		"
1897-98	"		"		"
1898-99	"		"		"
1899-00	"		"		"
1900-01	"		"		"
1901-02	"		"		"
1902-03	"		"		"
1903-04	"		C. Zedda + Dessì (prep)		"
1904-05	"		"		"
1905-06	"		"		"
1906-07	"		"		"
1907-08	"		"		"
1908-09	"		"		"

Tabella 2.5: Personale Istituto di Fisica Sperimentale continua dalla pag precedente

A.A.	Fisica sperimentale+ direttore Istituto	aiuto	assistente	tecnico preparatore	serviente
1909-10	G. Guglielmo	C. Zedda	n.n.	G. Dessì	V. Martinasco
1910-11	"	"		G. Dessì	
1911-12	"	n.n.	n.n.	n.n.	"
1912-13	"	G. Carro Cao	V. Tronci	P. Armand	"
1913-14	"	"	"	"	"
1914-15	"	"	"	"	"
1915-16	"	n.n.	n.n.	"	"
1916-17					
1917-18					
1918-19					
1919-20	G. Guglielmo	n.n.	n.n.	P. Armand	V. Martinasco
1920-21	"	n.n.	n.n.	"	"
1921-22	"	T. Mundula	I. Schiaccitano	"	"
1922-23	"	"	"	"	"
1923-24	"	"	"	"	"
1924-25	"	"	"	"	"
1925-26	"	"	"	"	"
1926-27	"	"	Z. Ollano	"	"
1927-28	"	"	"	"	"

Tabella 2.6: Personale Istituto di Fisica Sperimentale, continua dalla pag precedente

A.A.	Fisica sperimentale+ direttore Istituto	aiuto	assistente	tecn. prep.	serviente
1928-29	Rita Brunetti (non stabile)	T. Mundula	Z. Ollano	P. Armand	E.Frau
1929-30	R. Brunetti (stabile)	P. Fadda (incaric)	"	"	"
1930-31	"	Z. Ollano	P. Fadda	"	"
1931-32	"	"	"	E. Frau	D. Scano
1932-33	"	"	P. Fadda + G.Frongia(volont)	"	"
1933-34	"	"	G. Frongia (ass incaricato)	"	"
1934-35	"	"	G. Fongia + A.Serra(volont)	"	"
1935-36	"	"	G. Fongia + U.Pisano(volont)	"	"
1936-37	Z.Ollano	Z. Ollano	G. Frongia	"	"
1937-38	I. Ranzi		G. Frongia	"	"

Per quanto riguarda i finanziamenti non ci si allontana dai meccanismi descritti a livello nazionale e caratterizzati dalla continua mediazione personale da parte dei Direttori dei Gabinetti per ottenere fondi, come visto per Pacinotti.

Pure Angelo Battelli chiede e ottiene dei finanziamenti per acquistare, dall'Istituto meccanico di F. Miller di Innsbruck, un magnetometro completo, “*per studiare l'influenza delle miniere di ferro della Sardegna sul magnetismo terrestre*”. Battelli chiedeva anche che una parte del fondo straordinario di 1500 lire concesso per tale progetto fosse destinata ad un “*viaggio magnetico nelle miniere della Sardegna; senza di che l'acquisto dello strumento rimarrebbe, almeno per ora, del tutto inutile*”. Il finanziamento di tale viaggio non sarà approvato dal Ministro, “*essendo il fondo stanziato in bilancio tassativamente destinato a spese per acquisto di materiale scientifico*”, e nessuna pubblicazione sull'argomento è stata trovata nè negli Annuari nè nelle bibliografie dell'autore. In compenso però sono proprio di quegli anni le pubblicazioni *Misure magnetiche eseguite in Svizzera* sulla Reale Accademia dei Lincei, e *Risultati delle misure per la costruzione della carta magnetica della Svizzera*, Nuovo Cimento, s. 3, XXXII (1892). È lecito quindi ipotizzare che proprio tale magnetometro, invece che essere utilizzato per tracciare una carta magnetica della Sardegna, fosse stato usato per le osservazioni che portarono alla definizione della carta magnetica della Svizzera, osservazioni eseguite da Battelli nel 1889 durante il suo viaggio di nozze, come ci dice Augusto Occhialini nella commemorazione di Battelli.³⁴ Il magnetometro è tuttora presente nel Museo di Fisica: si tratta proprio dell'esemplare acquistato dal Battelli, come risulta dalla data di acquisizione e dai dati del costruttore.

Tuttavia, se qualche volta si ottenevano dei fondi straordinari, i fondi ordinari venivano di tanto in tanto ridotti esattamente di un decimo ogni qual volta ci si trovasse nella necessità di far quadrare il bilancio della Nazione. È quanto succede per l'anno accademico in cui Guglielmo arriva a Cagliari. Ecco il contenuto di una lettera ministeriale datata 17 agosto 1891:

Per le condizioni della finanza è forza ridurre gli assegni per le spese del volgente anno amministrativo, e conviene far in modo che con le somme stanziata nella parte ordinaria del bilancio si possa provvedere non solo alle spese ordinarie ma anche a tutte le straordinarie impreviste che occorressero.

Ho quindi risolto che per tali spese sia serbato, a disposizione del Ministero, la decima parte nella dotazione di ciascun Istituto. Sia dunque cura della S.V. di procedere nelle spese ordinarie

³⁴OCCHIALINI A., *Commemorazione di A. B.*, in *Il Nuovo Cimento*, s. 6, XIII (1917).

*con tale misura che la spesa totale non oltrepassi i 9/10 della dotazione di codesta Università.*³⁵

Altra riduzione del trenta per cento si avrà nel 1923:

Nel 1923 gli Istituti scientifici dell'Università di Cagliari ricevono del materiale scientifico dalla Germania in conto di riparazione di guerra.

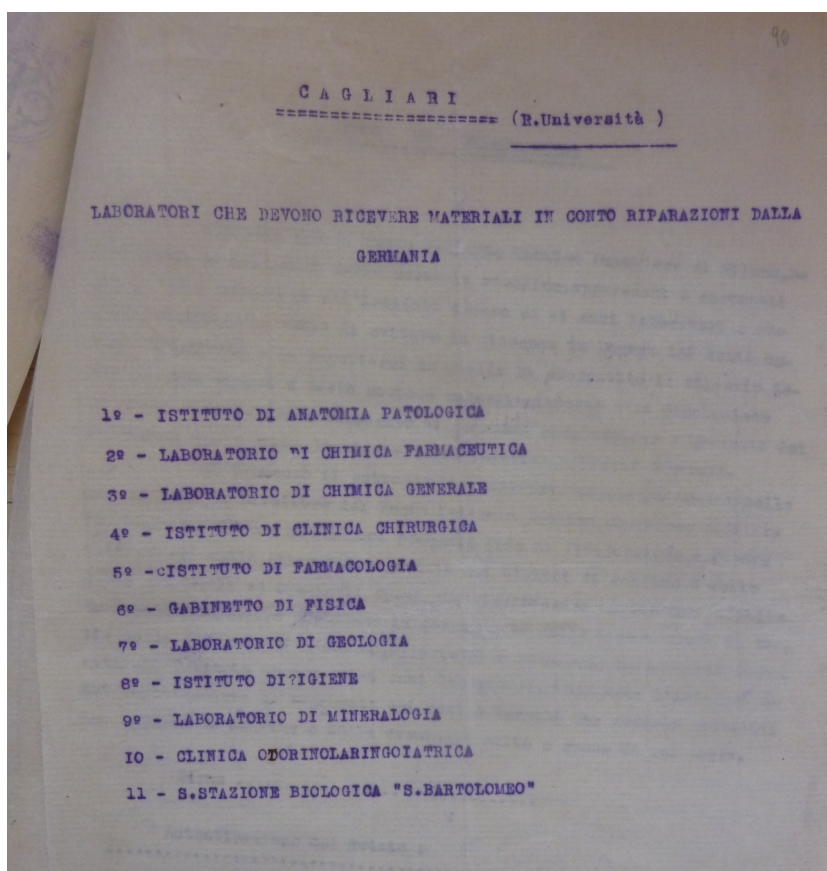


Figura 2.2: Materiale scientifico tedesco in conto riparazione di guerra all'Università di Cagliari

Anche se ci furono diverse difficoltà relative allo sdoganamento di tali merci e agli oneri dei dazi, sul cui pagamento sorsero non poche questioni, parrebbe che il materiale fosse stato effettivamente ricevuto, come si può dedurre dalla seguente lettera ministeriale:

³⁵A.S.U.Ca., *Carteggio 1848-1900*, serie 4.10, busta 126, n. 789.

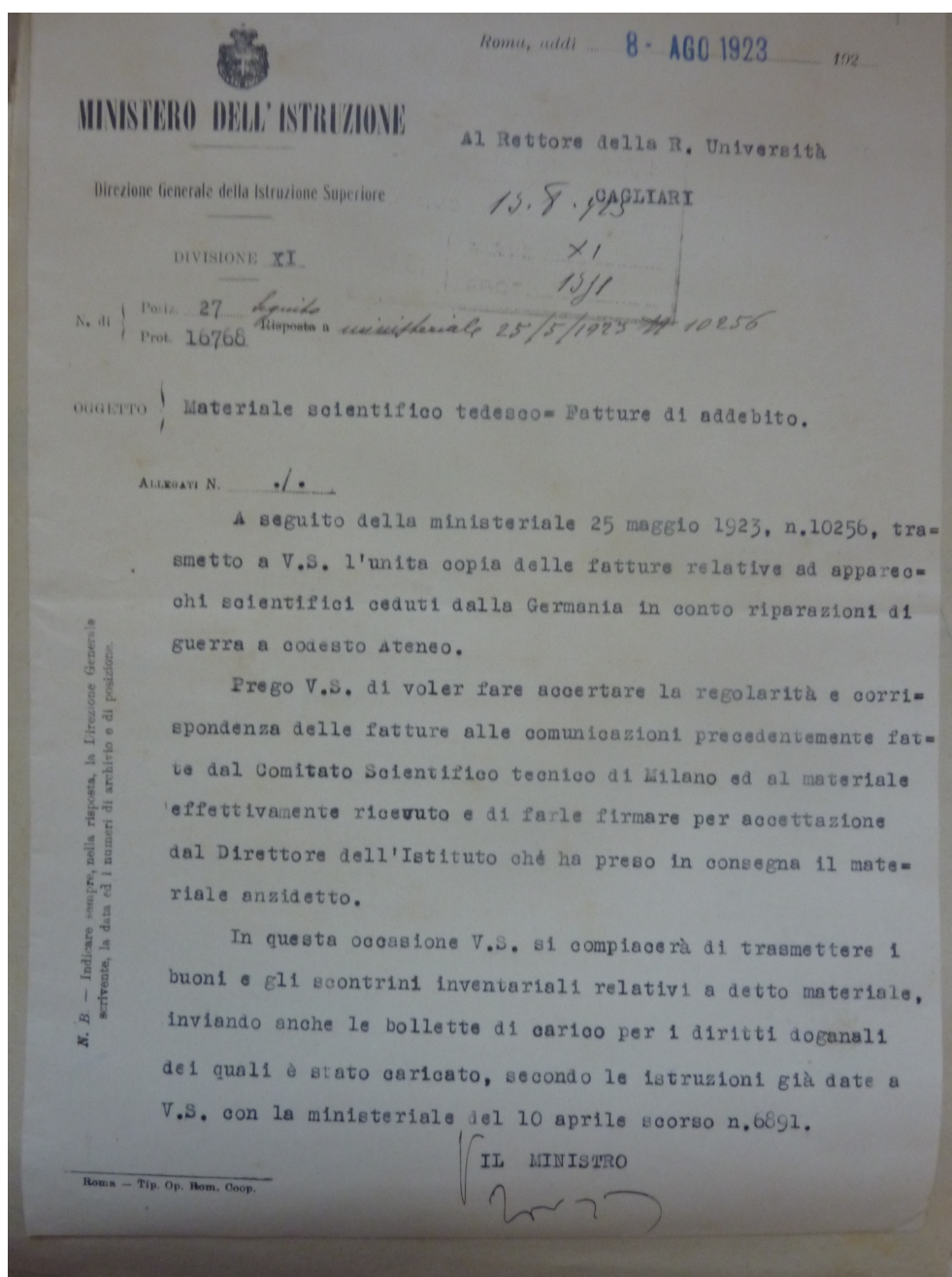


Figura 2.3: Lettera ministeriale 8 agosto 1923

Guglielmo si adoperò costantemente con il suo ingegno per dotare il laboratorio di tutti gli strumenti necessari sia per la didattica che per la ricerca: di questo vi è testimonianza nei numerosi articoli che descrivono nei dettagli la costruzione di nuovi strumenti con buona precisione e poca spesa oppure

il riciclo di vecchi strumenti in modalità innovativa per studi differenti da quelli per cui erano stati progettati.³⁶

Tuttavia questa è la situazione in cui versa il laboratorio nel 1921, come illustrata da Guglielmo in una lettera indirizzata al Rettore:

Illustrissimo Signor Rettore

Avvicinandosi l'epoca nella quale i locali attualmente occupati dall'Istituto di Disegno saranno disponibili e potranno essere assegnati ad altri stabilimenti disagiati per mancanza di spazio sottopongo alla S.V. Ill.ma le condizioni del Gabinetto di Fisica.

Dovendo questo destinare necessariamente parte delle dotazioni all'acquisto almeno dei più indispensabili strumenti che di continuo si vanno inventando avviene per necessità geometrica che lo spazio libero debba venire a mancare.

Attualmente non solo gli scaffali ma tutti gli angoli ed i vani in cui era possibile collocare strumenti sono occupati; le bilancie sono accatastate una sull'altra e quando si vuol fare una pesata bisogna togliere o l'inferiore o la superiore e collocarla non si sa dove. Molti strumenti si trovano nella sala di Esercitazioni oltrechè negli anditi sono esposti alla curiosità spesso indiscreta degli studenti. I libri sono collocati in triplice fila uno davanti all'altro, e non possono avere un posto determinato, non possono quindi essere messi in ordine e sono continuamente esposti ad essere malmenati e sciupati da chi deve spostarli alla ricerca di altri libri.

Perciò chiederei che i suddetti locali venissero assegnati per intero al Gabinetto di Fisica, tanto più visto che, pare, una parte dell'Officina gli sarà tolta per collocarvi una scala d'accesso dal cortile inferiore al superiore.

Tale assegnazione è anche opportuna nell'interesse degli altri a cui essi locali potessero essere destinati, perché (come del resto una parte del Gabinetto di Fisica) non si prestano per un soggiorno un poco prolungato e per lo studio, perchè bassi, ristretti, troppo freddi d'inverno, soffocanti d'estate. Essi perciò possono servire utilmente come luogo di deposito per collocarvi strumenti o libri, oppure per un breve soggiorno, quanto può occorrere per consultare una data o il passo di un libro, oppure per esercitazioni di breve durata in ore opportunamente scelte.

³⁶Si veda a tal proposito la sezione relativa agli articoli di Guglielmo.

*Con profondo Ossequio Della S. V. Ill.ma Dev.mo
G. Guglielmo* ³⁷

Guglielmo otterrà l'assegnazione dei locali all'Istituto di Fisica e, con provvedimento del febbraio 1923, l'assegnazione di 16.500 lire per spese di impianto e di arredamento.

Tuttavia non si stenta a credere che le condizioni in cui la Brunetti trovò il laboratorio nel 1928 fossero disastrose. L'opera gravosa e quasi miracolosa che la Brunetti compì per il laboratorio di Cagliari è descritta nel capitolo dedicato alla Brunetti in questa tesi.

³⁷Lettera di Guglielmo al Rettore, 12 Luglio 1921, A.S.U.Ca., *Carteggio 1901-1950*, anno 1921, busta 138, n. 203

Capitolo 3

Giovanni Guglielmo (1853-1935)

Se qualche rara volta il nome di Giovanni Guglielmo è trapelato da qualche pagina di storia della fisica, sicuramente è stato in qualità di membro della tanto criticata commissione che preferì Giovanni Giorgi a Enrico Fermi nel concorso del 1926 per la cattedra di Fisica matematica a Cagliari. Anche se ben presto avrebbe avuto una posizione ben più prestigiosa a Roma, Fermi subì la vicenda come “*uno scacco che gli sembrava ingiusto e per molti anni non dimenticò né il concorso né i giudici*”, come ricorda Emilio Segrè, il quale condivise, insieme alla cerchia di Roma, il duro giudizio sulla commissione e contribuì allo screditamento dei tre membri che fecero prevalere il criterio della “lunghezza della barba”, come disse Orso Mario Corbino.

Mentre Vito Volterra e Tullio Levi-Civita votarono per Fermi, Roberto Marcolongo, Carlo Somigliana e Giovanni Guglielmo votarono per Giorgi, senza ignorare però il valore e la portata del giovane scienziato. Recita infatti la relazione del concorso:

*Più difficile si presentò la scelta per la designazione del primo tra il Fermi ed il Giorgi, due valorosissimi concorrenti di maturità e di attività così diversa. Alcuni Commissari ritennero che la maggiore riconosciuta maturità del Giorgi, tutta la sua produzione scientifica, il carattere del suo ingegno speculativo e filosofico costituivano un complesso di elementi tali da farlo preferire al Fermi di cui però altamente apprezzavano la produzione scientifica, traendo i più lieti auspici per l'avvenire di questo giovane ricercatore.*¹

E Giovanni Giorgi aveva effettivamente un curriculum di tutto rispetto, vantando addirittura l'elaborazione del nuovo sistema di misura che da lui prese

¹A.C.S., M.P.I., Direzione Generale Istruzione Superiore, Concorsi a cattedre 1924-1954, Busta 9, Fascicolo 127 (Concorso di Fisica Matematica, Cagliari, 1925).

il nome; ricordiamo inoltre che l'anno successivo Giorgi avrebbe partecipato al Congresso Internazionale dei Fisici del 1927, insieme ai fisici più importanti del mondo, compreso anche Fermi. Tutto ciò, col senno di poi, sarebbe sembrato forse di poco conto in confronto alla genialità di Fermi, ma allora era difficile da valutare. Per tanti anni, invece, passò alla storia l'idea di una commissione "che non capiva nulla della nuova fisica" e nel libro di Laura Fermi [28] troviamo addirittura la giustificazione dell'esito del concorso con l'attribuzione di una posizione anti relativistica dei commissari.

Se questo fu vero per Somigliana, non fu certo vero per Marcolongo, citato anche da Leo Graetz per il suo libro sulla relatività del 1921.

Anche Guglielmo si occupò di relatività. Testimonianza ne è un articolo del 1925 dal titolo *Alcune deduzioni fisiche elementari delle formule di trasformazione relativistica di Lorentz* [189], in cui Guglielmo dà prova di sufficiente dimestichezza con la teoria tanto da proporre una sua elaborazione di trasposizione didattica:

Col puro raziocinio, anche con grande tensione e fatica mentale, senza l'aiuto di formule e calcoli matematici, non è possibile acquistare, neppure della prima parte della teoria della relatività, una conoscenza tale che basti per poterla giudicare ed applicare, con mediocre sicurezza, nei casi più comuni ed essenziali.

Perciò il primo passo indispensabile per questo scopo consiste nel dimostrare e rendersi familiare con le formula di trasformazione di Lorentz[...]

Questo primo passo, per sé molto agevole, diviene scabroso per i molti che, delle matematiche, hanno curato principalmente le applicazioni a fatti concreti e le regole ed i metodi che vi si riferiscono; essi rimangono piuttosto confusi che persuasi da dimostrazioni dovute a matematici, magari di gran fama, i quali, naturalmente, seguono i propri modi e scopi di ragionamento e non possono tener conto dell'insufficienza di preparazione e di attitudine matematica di una certa classe di lettori. Credo che a questi potranno riuscire facili e persuasive le seguenti dimostrazioni semplici e concrete. [189]

Alla data del concorso prima ricordato, Guglielmo aveva 73 anni ed era ormai quasi al termine di una carriera che, seppure con tanti successi, aveva già subito turbamenti e contestazioni.

3.1 Le fonti

Le fonti da cui traiamo le notizie su Giovanni Guglielmo sono quasi tutte primarie, essendo egli brevemente citato in solo tre testi moderni di storia della scienza e precisamente:

- in [51] MATTONE ANTONELLO, (a cura di) *Storia dell'Università di Sassari*, Ilisso edizioni, Nuoro 2010, dove è presente qualche notizia relativamente ai suoi anni di insegnamento a Sassari ;
- in [52] MARAZZINI PAOLOANTONIO, *Nuove radiazioni, quanti e relatività in Italia 1896-1925*, La goliardica Pavese, Pavia 1996. Qui vi è la citazione sicuramente più importante, dove vengono riportati alcuni passi di due suoi articoli sui raggi catodici di cui avremo modo di discutere in seguito;
- in [48] MAIOCCHI ROBERTO, *Non solo Fermi. I fondamenti della meccanica quantistica nella cultura italiana tra le due guerre*, Le Lettere, Firenze, 1981. Qui Guglielmo è solamente nominato come autore di un articolo in cui vi è una trattazione elementare di teoria cinetica dei gas.

Vi è poi un ingente numero di articoli e di testi, datati dal 1880 al 2008, che citano i lavori di Guglielmo e che sono stati riportati in una sezione dedicata. Le fonti primarie sono costituite, per quanto riguarda la sua vita e le sue vicende istituzionali, da documenti reperiti:

- all'Archivio Storico Diocesano di Sassari, ASDSS, per quanto riguarda i suoi natali;
- all'Archivio Storico dell' Università degli studi di Torino, ASUT, per quanto riguarda la sua carriera di studente di Fisica, di assistente e di libero docente;
- all'Archivio Centrale dello Stato, a Roma, per tutto ciò che riguarda la sua carriera accademica e le onorificenze;
- negli annuari della Regia Università di Cagliari, per quanto riguarda il suo operato come professore, come direttore del Gabinetto di Fisica e, per dodici anni, come preside della Facoltà di Scienze;
- nell'Archivio Storico dell' Università di Cagliari, per quanto riguarda tutte le vicende istituzionali e private e tutte le questioni didattiche a lui connesse. C'è da sottolineare che questa, che sarebbe la fonte più ricca e interessante di informazioni, è stata fruibile solo in parte a causa dell' agibilità parziale dell'archivio.

Le fonti primarie relative alla sua produzione costituiscono un vero e proprio patrimonio in quanto tutti i suoi articoli, circa un centinaio, sono conservati in due volumi custoditi nel dipartimento di Fisica di Cagliari e scampati all'ultima riorganizzazione bibliotecaria. Questi articoli non erano mai stati oggetto di studio critico prima del lavoro della presente tesi. Una preziosa

fonte inedita é costituita da due serie di appunti manoscritti², per mano di Guglielmo e del suo aiuto Teresa Mundula. Un fascicolo presenta la scritta iniziale *Lezioni di Fisica Sperimentale*, mentre l'altro é datato, 1923-24, ma non porta titolo, ciò che ha suscitato inizialmente qualche dubbio sulla sua finalità: inizialmente associati al corso di fisica complementare tenuto da Guglielmo nell'anno 1924-25, sono oggi con più probabilità considerati relativi alla seconda parte del corso di Fisica Sperimentale Un'altra fonte é orale ed é costituita dai ricordi su di lui tramandati da Teresa Mundula alle sue figlie e nipoti.

²Archivio privato Crespellani Mundula

3.2 La vita e la carriera accademica

Giovanni Guglielmo nacque a Sassari il 12 Ottobre 1853 da Don Battista Guglielmo e da Donna Thomasica Sanna. Dai titoli che precedono i nomi dei genitori e dei padrini (Don Battista Pes e Donna Maria Ventura) e dalla chiesa nella quale venne battezzato, la parrocchia di Santa Caterina, deduciamo la sua appartenenza a una famiglia nobile e probabilmente anche facoltosa.³

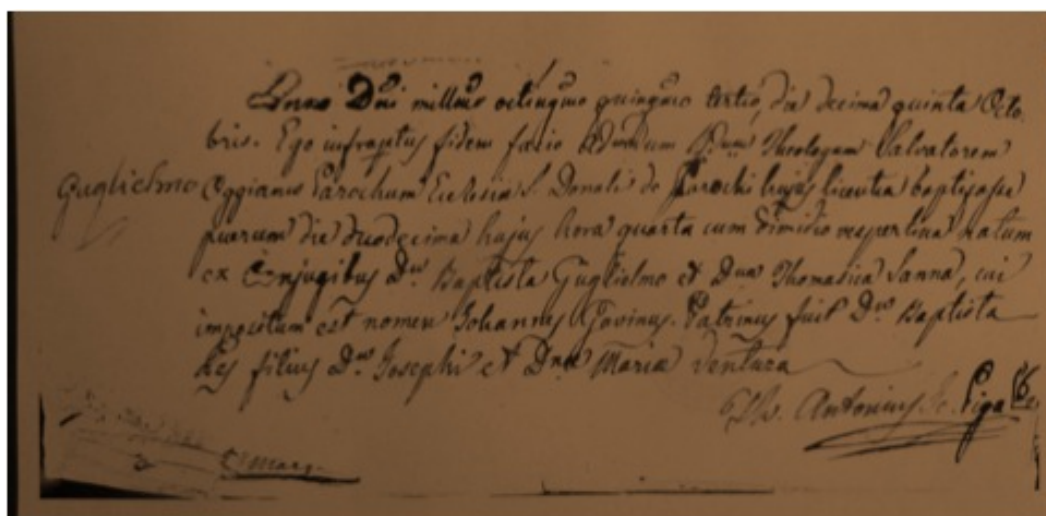


Figura 3.1: Atto di Battesimo di Giovanni Guglielmo

Si diplomò nell'istituto tecnico di Firenze.⁴

Si ricorda che l'istruzione tecnica aveva un carattere differente da quello odierno. La legge Casati del 1859 aveva istituito infatti tre tipi di scuole dopo le elementari: una "normale", di durata triennale, in cui si preparavano i nuovi maestri; una "secondaria", suddivisa in un ginnasio quinquennale e in un liceo triennale, in cui si impartiva un'istruzione classica e che dava accesso a tutte le facoltà; e una tecnica. Dopo una scuola tecnica triennale, vi erano, secondo il regolamento Mamiani del 1860, quattro indirizzi di istituto tecnico, tra i quali l'indirizzo fisico-matematico, di durata quadriennale, dava accesso alla sola facoltà di Scienze M.F.N. Chi era iscritto in Fisica o in Matematica o in Ingegneria spesso proveniva da tale corso di studi altamente formativo.

La sezione fisico-matematica dell'istituto tecnico [...] per un sessantennio rappresentò, pur con alti e bassi, il ramo di scuola se-

³Atto di Battesimo reperito all'Archivio Storico Diocesano di Sassari (ASDSS), FONDO Quinque Libri, Parrocchia Santa Caterina, Bapt. 18 (1850 - 1858)

⁴ASUT, Archivio Storico Università di Torino, Facoltà di Scienze M.F.N. - Esami, X.D

*condaria in cui la matematica aveva il posto di maggiore rilievo, ed ebbe il merito di formare ricercatori di alto profilo scientifico quali, per esempio, Vito Volterra, Corrado Segré e Francesco Severi.*⁵

Non bisogna dunque pensare che Guglielmo avesse avuto una formazione scolastica di scarso valore. Nel 1874 Guglielmo si immatricolò in Fisica all'Università di Torino, dove si laureò nel luglio 1878 con una memoria dal titolo *Teoria delle vibrazioni ellittiche esposta mediante considerazioni geometriche*.⁶

Come si vede dal documento di laurea 3.2, dove è presente la sua carriera da studente e che viene qui riportata ricalcando in parte lo schema del documento originale (fig. 3), Giovanni Guglielmo ebbe Giuseppe Basso⁷ come docente per tutti e quattro gli anni dei suoi studi.

Questo avrà una certa influenza nella formazione di Guglielmo, avendo Basso un

carattere speciale [...] fisico sperimentale di formazione e fisico matematico per inclinazione, piuttosto che matematico per formazione e per inclinazione come accadeva per la maggior parte dei professori di Fisica matematica in questo periodo.[65]

Egli viene ricordato per l'accoppiamento di approcci teorici e sperimentali, fatto alquanto atipico all'epoca in cui vigeva una separazione tra fisica e matematica; il suo corso di Fisica matematica, era un corso di fisica avanzato e non il consueto corso di problemi matematici derivati dalla fisica. Non abbiamo tuttavia notizia di collaborazioni di Guglielmo con Basso. Il maestro di Giovanni Guglielmo fu Andrea Naccari⁸, arrivato a Torino proprio nell'anno della laurea di Guglielmo: con lui pubblicò i primi lavori e al suo approccio verso la fisica sono inequivocabilmente improntati tutti gli articoli del periodo torinese, pubblicati principalmente negli Atti della R. Accademia delle

⁵[72]

⁶ASUT, Archivio Storico Università di Torino, Facoltà di Scienze M.F.N. - Esami, X.D. 120

⁷Giuseppe Basso (Chivasso (To) 1842 - Torino 1895). Laureatosi in fisica a Torino nel 1862, ottenne a Torino l'incarico per l'insegnamento di Fisica matematica dal 1866, per il quale insegnamento diventerà titolare nel 1872. Dal 1872 al 1878 fu pure incaricato di Fisica Sperimentale. Insegnò Fisica anche all'Accademia militare di Torino, come incaricato da appena laureato, e come titolare dal 1882.

⁸Andrea Naccari (Padova 1841 - Torino 1926). Si laureò in matematica a Padova nel 1862 con Francesco Rossetti, del quale divenne poi assistente. Nel 1878 divenne ordinario di Fisica sperimentale a Torino dove rimase con diversi incarichi fino alla fine della sua carriera, avvenuta nel 1916 per limiti di età.

Guglielmo Giovanni, figlio di *Pa. Battista*,
al N° *289* del Registro di Matricola.

nato a *Spasich, provincia di Treviso*, matricolato il giorno *29* di *Novembre* 1874.
Fece gli studi nell'*Istituto Veneto* di *Treviso*, 130

Firma matricola

ANNO I 1874/75				ANNO II 1875/76				ANNO III 1876/77			
Tasse		Data di corso		Tasse		Data di corso		Tasse		Data di corso	
Titolo	Importo	Titolo	Importo	Titolo	Importo	Titolo	Importo	Titolo	Importo	Titolo	Importo
Matricola	<i>1.00</i>	1° sem.	<i>15/10/74</i>	Matricola	<i>1.00</i>	1° sem.	<i>15/10/75</i>	Matricola	<i>1.00</i>	1° sem.	<i>15/10/76</i>
1° sem.	<i>2.00</i>	2° sem.	<i>15/10/75</i>	1° sem.	<i>2.00</i>	2° sem.	<i>15/10/76</i>	1° sem.	<i>2.00</i>	2° sem.	<i>15/10/77</i>
2° sem.	<i>2.00</i>	Tasse diverse	<i>1.00</i>	2° sem.	<i>2.00</i>	Tasse diverse	<i>1.00</i>	2° sem.	<i>2.00</i>	Tasse diverse	<i>1.00</i>
Tasse diverse	<i>1.00</i>			Tasse diverse	<i>1.00</i>			Tasse diverse	<i>1.00</i>		

ANNO I 1874/75		ANNO II 1875/76		ANNO III 1876/77	
COSEI	ISOBENANTI	COSEI	ISOBENANTI	COSEI	ISOBENANTI
Obbligati	Obbligati	Obbligati	Obbligati	Obbligati	Obbligati
<i>Matricola</i>	<i>1.00</i>	<i>Matricola</i>	<i>1.00</i>	<i>Matricola</i>	<i>1.00</i>
<i>1° sem.</i>	<i>2.00</i>	<i>1° sem.</i>	<i>2.00</i>	<i>1° sem.</i>	<i>2.00</i>
<i>2° sem.</i>	<i>2.00</i>	<i>2° sem.</i>	<i>2.00</i>	<i>2° sem.</i>	<i>2.00</i>
<i>Tasse diverse</i>	<i>1.00</i>	<i>Tasse diverse</i>	<i>1.00</i>	<i>Tasse diverse</i>	<i>1.00</i>

AVVERTENZE. - 1° In le colonne per tasse di scuola, scuola, ecc. deve essere impegnato in qualche manifestazione della classe le somme indicate al titolo, come le spese di libro, ecc. ecc. In caso contrario, il corso non è ammesso.
 2° Nella tavola diverse tasse e tasse, in quella, in relazione al corso stesso.
 3° Nella tavola diverse tasse e tasse, in relazione al corso stesso.
 4° In le colonne per tasse di scuola, scuola, ecc. ecc. deve essere impegnato in qualche manifestazione della classe le somme indicate al titolo, come le spese di libro, ecc. ecc. In caso contrario, il corso non è ammesso.

Figura 3.2: Certificato di Laurea di Guglielmo

Scienze di Torino. Naccari propose la nomina di Guglielmo ad assistente il 14 dicembre 1881, ma essa avrà luogo solo il 27 marzo 1882.⁹ I primi lavori pubblicati con Naccari risalgono tuttavia già al febbraio del 1881; nella commissione di concorso per la cattedra di Fisica Tecnologica a Palermo si parla di una sua attività in qualità di assistente alla cattedra di Fisica all'Università di Torino già dal 1879¹⁰, mentre nell'Archivio Storico dell'Università di Sassari, ritroviamo una nomina ad assistente provvisorio con stipendio di Lire 1000 risalente al 9 novembre 1880. Sembra questa la data più plausibile per l'inizio ufficiale della sua attività, mentre non è improbabile che nell'anno compreso tra la sua laurea e questa data Guglielmo abbia lavorato al Gabinetto di Fisica di Torino a titolo gratuito e non ufficiale, pratica assai diffusa a quei tempi.

Guglielmo ottenne la libera docenza nel 1883¹¹ e abbiamo notizia di un corso da lui tenuto a Torino sulle Unità elettriche assolute nel 1885.¹²

Al 1885 risale anche un *Manuale degli esercizi di fisica stabiliti per la scuola pratica nell'Istituto fisico della Regia Università di Roma*, di cui Guglielmo sarebbe, secondo le indicazioni del catalogo bibliotecario, l'autore. Più probabile è a mio avviso l'ipotesi che Guglielmo ne fosse semplicemente il possessore e che avesse apposto il suo nome sul testo che, come accadeva spesso per le raccolte di appunti di lezioni, non riportava il nome dell'autore; ciò che avrebbe generato il probabile equivoco. Il testo è posseduto solo dalla Biblioteca del distretto biomedico scientifico della Cittadella universitaria di Monserrato (Cagliari), senza possibilità dunque di un confronto con catalogazioni di altre biblioteche, e, soprattutto, non si ha alcuna notizia di qualsiasi attività di Guglielmo a Roma.

Nel 1885 Guglielmo partecipò a ben tre concorsi per professore straordinario di Fisica sperimentale: quelli per le cattedre a Modena, a Cagliari e a Sassari.

Nel concorso per la cattedra di Cagliari risulterà quarto su undici partecipanti, rientrando nella rosa dei cinque considerati eleggibili, con il voto

⁹ASUT, CORRISPONDENZA - Carteggio classificato, XIV.B 77 bis, fascicolo 3,12.

Anche nel documento relativo allo Stato di servizio reperito all'Archivio centrale dello Stato vengono riportate le date prima citate come, rispettivamente, data ufficiale di decorrenza e data ufficiale di nomina.

¹⁰G.U. 2 maggio 1891, n°103.

¹¹All'ASUT vi è un estratto del verbale della seduta del 30 giugno 1883 della Facoltà di Scienze M.F.N. nel quale si approva la relazione della commissione nominata per esaminare la richiesta di Guglielmo, volta ad ottenere la libera docenza per titoli.

È pervenuta anche una lettera in cui Guglielmo propone al Rettore il programma del corso come libero docente.

¹²Il corso fu effettivamente tenuto da Guglielmo nel 1885: Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia, 2 gennaio 1886.

favorevole anche di Antonio Pacinotti. Anche la commissione per il concorso a una cattedra di Fisica sperimentale bandito dalla Regia Università di Sassari, composta da Pietro Blaserna, Giovanni Cantoni, Emilio Villari (presenti anche nel precedente concorso), Pietro Maria Garibaldi e Lorenzo Valente, fu assai severa e non risparmiò critiche, anche molto aspre, a quasi nessuno dei concorrenti. Di Giovanni Guglielmo si legge:

Prese la laurea in fisica a Torino nel 1878; dal 1881 al 1885 assistente di fisica all'Università di Torino; libero docente per titoli, nel 1885 fece un corso sulle unità elettriche assolute. Titoli questi che mostrano merito didattico. Presenta tredici lavori, tre dei quali eseguiti insieme al professore Naccari. Gli altri fatti da solo rivelano nel Guglielmo operosità ed attitudine sperimentale, una troppa fretta nel pubblicare, e devono considerarsi piuttosto come buoni esercizi di laboratorio, vere ricerche sperimentali.¹³

Se questo giudizio può sembrare non molto lusinghiero, ci si ricrede facilmente leggendo quelli su altri concorrenti e sulle loro pubblicazioni: tra dodici candidati anche in questo caso Guglielmo riuscirà ad entrare nella rosa dei cinque eleggibili. Infatti risultò secondo dopo Giuseppe Vicentini, ma due posizioni prima di Angelo Battelli, a quell'epoca neolaureato.

Nel 1885 Guglielmo fu chiamato come docente straordinario a Sassari¹⁴, mentre Vicentini, primo in entrambi i concorsi, scelse Cagliari. Nella sua città natale Guglielmo rimase sette anni durante i quali principalmente continuò alcune delle ricerche iniziate a Torino.

A Sassari non esisteva la Facoltà di Scienze e il corso di Fisica era rivolto agli studenti di Medicina e di Farmacia. Dai verbali delle sedute del Consiglio Accademico, deduciamo l'iniziale difficoltà di Guglielmo a inserirsi appieno nel corpo Accademico di tale Facoltà. A più riprese si parla infatti di un ricorso direttamente al Ministro da parte di Guglielmo e del suo collega di Chimica, Lorenzo Valente, per essere stati esclusi da gran parte delle adunanze della Facoltà contro una norma che prevedeva che, laddove non fosse presente la Facoltà di Scienze, i professori di Fisica e di Chimica dovessero far parte integrante della Facoltà in cui tenevano i corsi. Il Consiglio Accademico afferma non essere fondata tale lagnanza, avendo invitato i due professori a tutte le sedute

eccetto a quelle riguardanti la proposta di terna per la nomina del Preside, del personale insegnante soggetto a conferma, e di com-

¹³La commissione si riunisce a esaminare i titoli il 7 ottobre 1885. Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia, 2 gennaio 1886.

¹⁴Decreto Ministeriale 7 dicembre 1885.

*missioni esaminatrici a cattedre universitarie, oggetti non contemplati dalla circolare 12 ottobre 1872, perché tutti di esclusiva inferenza medica e sui quali ritiene la Facoltà che i soli medici siano competenti a dissentire o pronunciarsi.*¹⁵

Preciserà poi il Preside che, casomai, le norme avrebbero preveduto l'afferenza dei professori ricorrenti alla scuola di Farmacia, e infine, supportato da tutti i professori della Facoltà, dichiara esplicitamente non opportuna la partecipazione dei professori ricorrenti alle riunioni di Facoltà, altrimenti

*si verificherebbe il caso di vedere professori che per i loro studi non possano giudicare su questioni mediche, scegliere commissari per concorsi a cattedre di medicina e chimici e fisici porre giudizio sugli Esami di Laurea in Medicina.*¹⁶

Nonostante queste premesse, Guglielmo trovò evidentemente il modo di farsi stimare e accettare dal corpo Accademico di Medicina e Chirurgia di Sassari, visto che in seguito lo troveremo quasi sempre presente nei verbali delle sedute e, in occasione del suo “trasloco” a Cagliari, tutta la Facoltà esprime il suo rammarico nel perdere *un illustre insegnante quale è il prof. Guglielmo e*

*Facendo elogi del cultore della Fisica e dell'egregio collega, il Preside propone un voto col quale si dimostri il dispiacere che la facoltà prova nel perdere l'illustre insegnante.*¹⁷

Guglielmo partecipò a ben tre concorsi per ordinario: due per cattedra di Fisica Sperimentale, a Modena nel 1887 e a Cagliari nel 1889; uno per la cattedra di Fisica tecnologica a Palermo nel 1890.

Ottenne sempre dei giudizi positivi.

In particolare la commissione di Palermo, di cui faceva parte anche Guido Grassi, dopo aver espresso vivo apprezzamento per alcuni suoi lavori, aggiunge queste parole su Guglielmo:

Oltre a qualche altra ricerca di minore importanza, il Guglielmo descrive poi in parecchie note alcune modificazioni ad apparecchi e strumenti, ideate dall'autore, allo scopo di renderne più semplice e facile la costruzione. Parecchie di tali modifiche sono abbastanza ingegnose ed in taluni casi possono essere anche di qualche utilità. Il Guglielmo nei suoi lavori dà prova sempre di attitudine alle

¹⁵Seduta del 26/9/1888, Archivio Storico Università di Sassari, 39 V, 888.

¹⁶Seduta del 26/9/1888, Archivio Storico Università di Sassari, 39 V, 888.

¹⁷Seduta 22 dicembre 1891, Archivio Storico Università di Sassari, 39 V, 888.

*ricerche sperimentali; egli sa giovare anche di piccoli mezzi per eseguire le sue esperienze, e non v'ha dubbio che in un laboratorio ben fornito egli saprebbe condurre a termine ricerche di maggiore importanza.*¹⁸

La commissione sottolinea poi la mancanza di titoli didattici e scientifici in Fisica tecnologica, materia per cui era stato bandito il concorso.

Nel novembre del 1891, in occasione del collocamento di Angelo Battelli a Padova, Guglielmo ottenne il trasferimento a Cagliari.¹⁹ Il Consiglio Accademico della Facoltà di Scienze di Cagliari accoglie molto favorevolmente la richiesta di trasferimento presentata da Guglielmo:

*Con questa lettera il Prof. Guglielmo dichiara di aver già inoltrato formale istanza a S. E. il Ministro della P. Istruzione per essere trasferito da quell'Università (Sassari) a questa di Cagliari. La Facoltà, tenuto conto de' numerosi lodati lavori scientifici del Prof. Guglielmo, dell'attitudine didattica di cui ha dato prova, dei buoni risultamenti da lui conseguiti in vari concorsi a cattedre universitarie di Fisica: considerando in pari tempo che colla nomina in questione d'un bravo giovine nativo dell'Isola si possa riuscire a prevenire l'inconveniente derivante da una, in verità, troppo frequente mutazione d'insegnanti in una cattedra così importante come é la cattedra di Fisica Sperimentale, esprime unanime l'avviso che l'istanza del Professore Guglielmo venga dal M. Ministro favorevolmente accolta.*²⁰

Negli atti di una seduta successiva²¹ si parla della lettura di due lettere di Guglielmo provenienti da Vienna, nelle quali l'autore chiede di posticipare la sua presa di servizio a Cagliari. Non mi é riuscito di scoprire il motivo del suo soggiorno all'estero, difficilmente per turismo in novembre. Sappiamo che Guglielmo leggeva correntemente in tedesco²², molti suoi articoli vennero recensiti e riassunti, come vedremo in seguito, sulle riviste tedesche *Zeitschrift*

¹⁸Relazione della commissione esaminatrice per il concorso alla cattedra di Fisica tecnologica nella Scuola di applicazione per ingegneri di Palermo, Gazzetta Ufficiale del Regno d'Italia, 2 maggio 1891, n. 103.

¹⁹Regio Decreto 18 dicembre 1891. Si sono anche rinvenuti gli atti delle sedute del Consiglio Accademico nei quali si rende conto della corrispondenza avvenuta tra Guglielmo e il Consiglio per detto trasferimento: A.S.U.Ca., 1.5.4, Verbali del Consiglio Accademico dei professori ordinari della Facoltà di Scienze M.F.N. 1861-1897, sezione 2.1, busta 27, fascicolo 2.

²⁰idem, seduta 18 Novembre 1891, pp. 273 - 274.

²¹idem, seduta 10 gennaio 1892.

²²Da fonti orali sappiamo che leggeva letteratura tedesca in lingua originale.

für analytische Chemie e Beiblätter zu den annalen der physik und chemie., e scrisse anche un articolo, in italiano, per il Volume Giubilare di Boltzmann del 1904. Non vi sono tuttavia documenti che possano corroborare l'ipotesi di suoi rapporti professionali sistematici con qualche Istituto austriaco.

A Cagliari Guglielmo venne presto promosso ordinario.²³

La commissione per la promozione di Guglielmo ad ordinario, composta dai membri illustri Pietro Blaserna, Emilio Villari, Andrea Naccari, Damiano Macaluso e Adolfo Bartoli, dopo aver esaminato nel complesso i suoi articoli e averli divisi per appartenenza al periodo precedente e al periodo successivo alla sua nomina a straordinario (ciò che vuol dire distinzione, di fatto, tra lavori del periodo torinese e lavori successivi), osserva:

Dall'esame di questi titoli [...] risulta che il dott. Guglielmo ha saputo trar profitto anche dagli scarsi mezzi che offrono i piccoli laboratori, dando prova di una notevole abilità sperimentale, di una continua e mai interrotta operosità scientifica e di una conveniente coltura nelle fisiche discipline: in generale lo scopo principale dei suoi lavori é quello di far conoscere nuovi apparecchi semplici, poco costosi e molto esatti, da servire per le lezioni e per le esperienze, i quali possono sostituire gli strumenti classici, il cui prezzo troppo elevato non é alla portata dei laboratori secondari; ed invero il Guglielmo ha con questi lavori raggiunto lo scopo propostosi.²⁴

Vengono quindi sottolineati nuovamente i suoi meriti didattici e soprattutto le sue doti sperimentali. Si noti inoltre il riferimento ai laboratori secondari, ciò che significa laboratori di Università di serie B, quaquale era ancora Cagliari nel 1893, secondo le politiche di razionalizzazione operate da Matteucci, di cui si é precedentemente parlato; si ricorda che il pareggiamento sarà ottenuto solo nel 1902.

Se dunque a Torino, Università di serie A che sperimentò in quegli anni una politica di incoraggiamento degli studi e della ricerca, le peculiari capacità costruttive sperimentali di Guglielmo risultavano assai utili, perché comunque il finanziamento alla ricerca era piuttosto esiguo in tutta la neonata Italia, a Cagliari furono assolutamente indispensabili per la eroica sopravvivenza stessa della ricerca.

A Cagliari Guglielmo rimase sino alla conclusione della sua carriera nel 1928,

²³In seguito al parere favorevole della Facoltà di Scienze di Cagliari (adunanza del 29 maggio 1892), e all'approvazione della commissione riunitasi per valutare i titoli in data 24 marzo 1893. Bollettino Pubblica Istruzione 7 settembre 1893; Gazzetta Ufficiale 21 settembre 1893.

²⁴Gazzetta Ufficiale 21 settembre 1893, n. 222.

e per trentasette anni ricoprì la cattedra di Fisica sperimentale e fu direttore del Gabinetto di Fisica.

Dopo aver fatto per un anno, nel 1898, la sua prima esperienza come Preside della Facoltà di Scienze di Cagliari, Guglielmo ricoprirà questa carica ininterrottamente dal 1916 al 1928, in coincidenza con un periodo che, come vedremo, sarà piuttosto buio dal punto di vista scientifico per la sua carriera. Furono questi, invece, anni molto importanti per la Facoltà: nel 1923 infatti nacque il corso di laurea in Fisica e all'unico corso di Fisica Sperimentale presente fino a quel momento per gli studenti del biennio comune a Matematica, Fisica, Scienze naturali e Ingegneria e per gli studenti di Medicina, iniziarono ad aggiungersi nel 1924-25 i corsi di Fisica Matematica (che nei tre anni successivi terrà Giovanni Giorgi insieme a Meccanica Razionale) e di Fisica Complementare tenuto per due anni da Guglielmo e che poi muterà il nome in Fisica Superiore, tenuto sempre da Guglielmo per altri due anni fino all'arrivo di Rita Brunetti.

Fu in questo periodo, a partire dall'anno accademico 1921-22 fino al suo pensionamento, che Guglielmo si avvale della collaborazione, in qualità di aiuto, di Teresa Mundula, cui affidò anche delle lezioni di Fisica per i medici²⁵ e delle esercitazioni²⁶.

In occasione del suo collocamento a riposo, avvenuto per raggiunti limiti di età nel novembre del 1928, Guglielmo ricevette i complimenti e gli elogi dei colleghi. Nel discorso inaugurale dell'anno accademico 1928-29, il Rettore Binaghi afferma:

Un ultimo dovere, che risponde anche a un bisogno dell'animo, quello di esprimere pubblicamente il nostro rammarico per l'allontanamento dall'Ateneo del Decano dei Colleghi e Preside di Scienze, il Prof. G. Guglielmo, perché raggiunto dai limiti d'età. Il suo valore di studioso, documentato nelle molte e apprezzate pubblicazioni sui diversi rami della sua scienza, è cosa ben nota e mi spiace non avere competenza specifica per parlare dell'attività, dell'operosità di questo Insegnante. Posso affermare con sicura coscienza che pari alla sua grande cultura, pari alla sua incomparabile modestia, è stata sempre la cortesia dell'animo, la bontà del cuore e titoli di primo ordine, che costituiscono motivo perché Egli sia ricordato con alto senso di stima e riverenza.²⁷

I suoi colleghi si attivano per commissionare una medaglia da regalargli nel giorno del suo pensionamento:

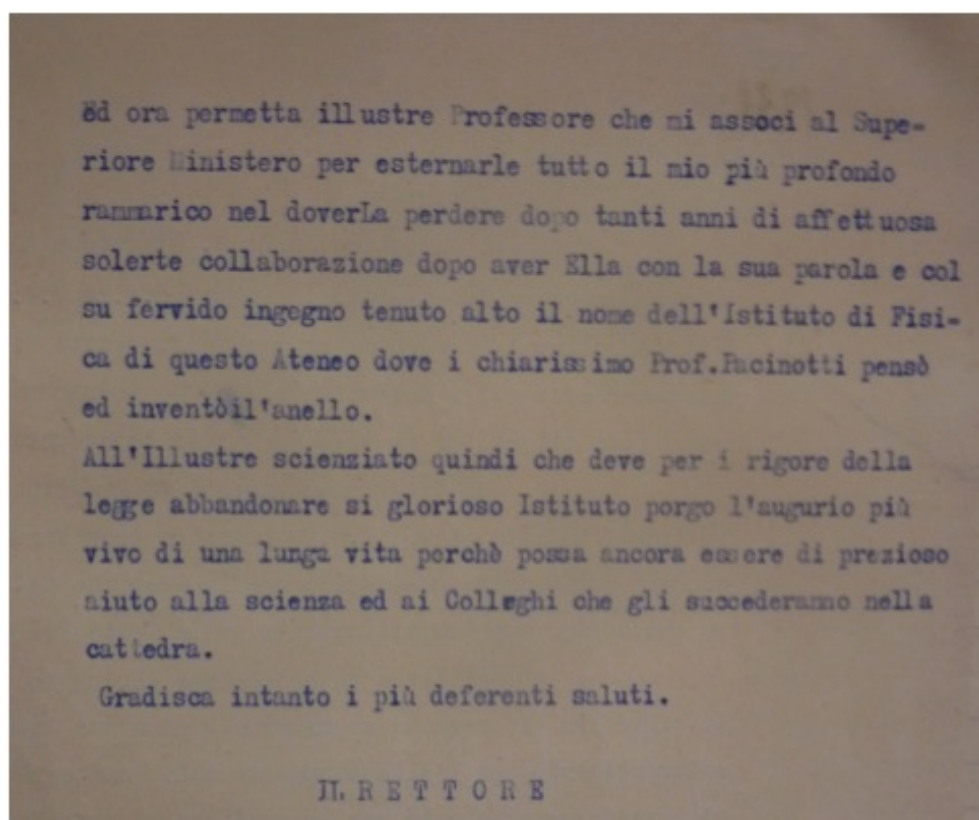
²⁵Lettera manoscritta da Guglielmo, Archivio privato Crespellani - Mundula.

²⁶Annuario R. Università di Cagliari.

²⁷Annuario R. Università di Cagliari 1928 - 29.

La medaglia nel recto dovrebbe avere l'effigie del Professore e nel verso la dedica; dovrebbe essere coniatata in due esemplari, uno in oro e uno in argento, del diametro di mm 45.²⁸

Tuttavia tale richiesta, essendo stata data dalla Presidenza del Consiglio tassativa sospensione fino al giugno 1930 del conferimento di qualsiasi distinzione onorifica, non verrà accolta dal Ministro, che tramite il Rettore manderà a Guglielmo i suoi ringraziamenti per il servizio prestato. Così scrive il Rettore a Guglielmo²⁹:



Ed ora permetta illustre Professore che mi associ al Superiore Ministero per esternarle tutto il mio più profondo rammarico nel doverla perdere dopo tanti anni di affettuosa solerte collaborazione dopo aver Ella con la sua parola e col suo fervido ingegno tenuto alto il nome dell'Istituto di Fisica di questo Ateneo dove il chiarissimo Prof. Pacinotti pensò ed inventò l'anello.

All'Illustre scienziato quindi che deve per il rigore della legge abbandonare il glorioso Istituto porgo l'augurio più vivo di una lunga vita perchè possa ancora essere di prezioso aiuto alla scienza ed ai Colleghi che gli succederanno nella cattedra.

Gradisca intanto i più deferenti saluti.

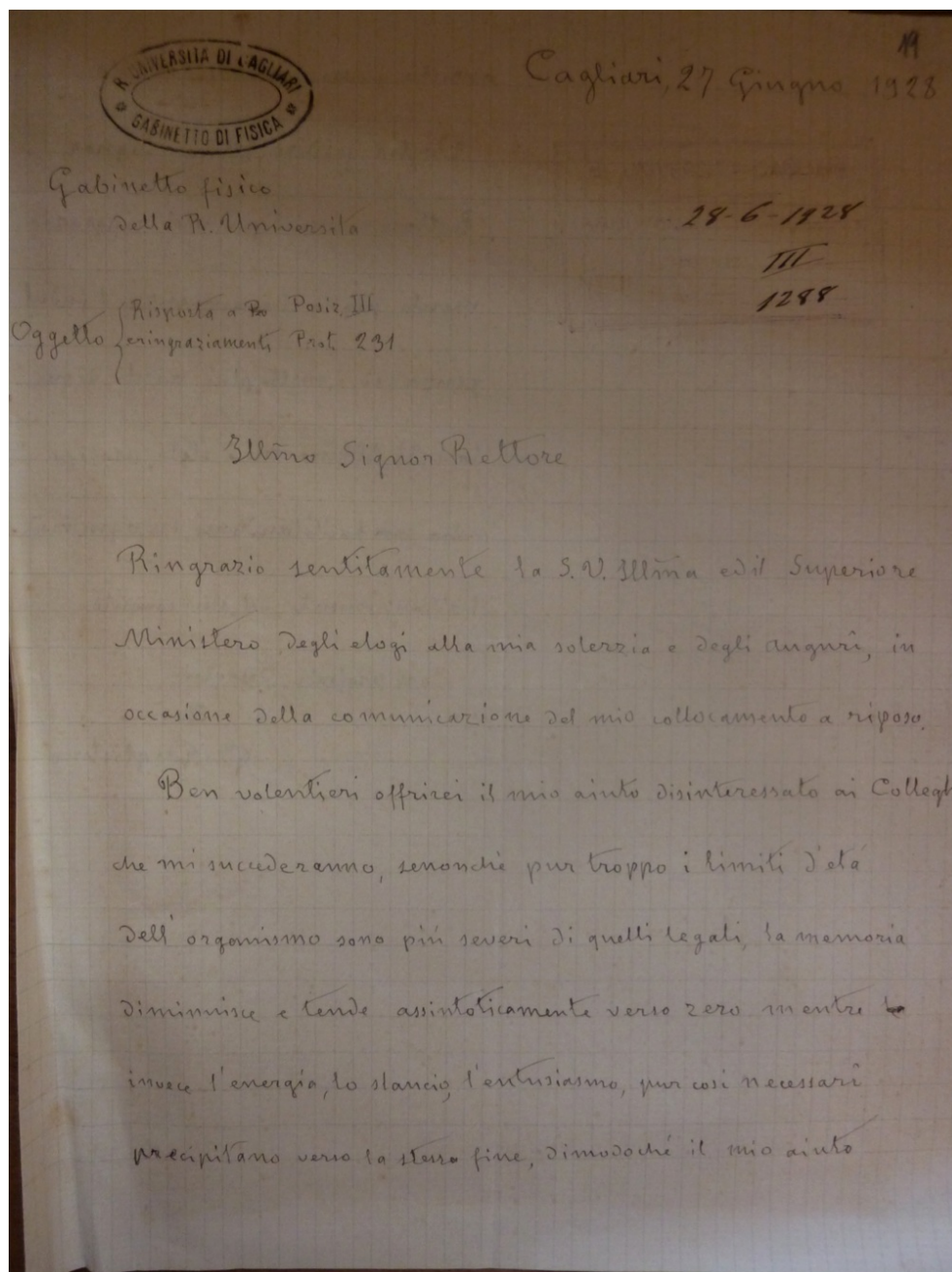
IL RETTORE

Figura 3.3: Lettera del Rettore Binagli a Guglielmo in occasione del suo collocamento a riposo

²⁸Nell'Archivio Storico dell'Università di Cagliari è stata rinvenuta la corrispondenza tra il signor direttore della segreteria, dott. Cav. Enrico Loy-Peluffo e lo stabilimento Stefano Johnson di Milano che per fabbricare la medaglia richiede una fotografia *non ritoccata, ben nitida e possibilmente di profilo.* A.S.U.Ca., *Carteggio 1901-1950*, sottoserie 1.1, anno 1928.

²⁹A.S.U.Ca., *Carteggio 1900-1925*, sottoserie 1.1, 1928, b 181, 881.

Ma Guglielmo si sente evidentemente spossato da una carriera tanto lunga e dall'età ormai avanzata e così risponde al Rettore:³⁰



³⁰A.S.U.Ca., Carteggio 1900-1925, 1928, b. 180, 763

anzichè giovare sarebbe l'ostacolo.

Voglia gradire Illmo Signor
 Rettore i miei più vivi ringrazia-
 menti per la benevolenza, l'indul-
 genza ed i molteplici aiuti di cui
 la S. V. Illmo mi è stato prodigo
 nella sua facilitandomi in ogni modo
 l'adempimento del mio compito.

Con profondo ossequio
 Dovmo
 G. Guglielmo

Figura 3.4: Lettera di Guglielmo al Rettore in occasione del suo collocamento a riposo

La proposta da parte del Ministero, di insignirlo di un'onorificenza cavalleresca *in riconoscimento delle benemeritenze da lui acquistate durante il lungo e lodevole insegnamento*³¹, arriverà solo dopo la sua morte, avvenuta a

³¹Archivio Centrale dello Stato (ACS), Ministero Pubblica Istruzione (MPI), Direzione

MINUTA 23

Cagliari, add. 20 Luglio 1935 - XIII

REGIA UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI CAGLIARI

Urgentissima

Prot. N. _____ Prot. N. 15145-20.0035
 Allegati _____
 Proposta al foglio del _____
 Prot. N. _____ Prot. N. _____

OGGETTO Decesso del Prof. Giovanni Guglielmo

Per i provvedimenti che la S.V. Ill.ma riterrà opportuno di provocare, preghi significare che alle ore nove di stamane in questo Ospedale Civile e precisamente nella Clinica Medica universitaria è deceduto il Prof. Giovanni Guglielmo fu Battista e della fu Sanna Tommasica, nato a Sassari il 12 Ottobre 1853. Egli abitava in vita in questa Città, via Baile N° 21 in una camera mobiliata locatagli dal Signor Cireddu Efisio.

Ieri mattina, prima che il detto professore lasciasse la detta camera per essere trasportato all'Ospedale, in seguito a mia disposizione, lo stesso Professor Guglielmo incaricava il Direttore di questa Università, il Dottor Enrico Loy Peluffo di raccogliere dalla camera tutto ciò che vi sarebbe stato di valori. Il che è stato fatto in presenza di testimoni e con apposito verbale. Un tutto è stato trasportato in questa Università e conservato in Cassa.

Si ha notizia che il Professore predetto abbia dei parenti, ma tutti residenti fuori di Cagliari.

IL RETTORE

All' Ill./o Signor GIUDICE PRETORE
dei Mandamenti riuniti di CAGLIARI

Figura 3.5: Annuncio della morte di Guglielmo da parte del Rettore Mario Aresu. A.S.U.Ca., *Carteggio 1900-1925*, anno 1935, b. 260, 1529

Cagliari, in solitudine, il 21 Luglio del 1935.³² Pur avendo più volte ricercato nei documenti d'archivio, negli annuari dell'Università di Cagliari, nei Rendiconti dell'Accademia dei Lincei e nel N.C., finora non ho trovato traccia di una sua commemorazione pubblica.

Generale Istruzione Superiore (DGIS), Div.I, I serie, busta 75.

³²ACS, MPI, DGIS, Div. I, fascicoli prof. ordinari, II versamento, II serie, busta 79.

3.3 La carriera scientifica

Figura oggi pressoché sconosciuta e dai tratti contraddittori, Giovanni Guglielmo alterna aspetti del filosofo naturale a caratteri della figura di scienziato ingegnoso dell'Ottocento, in cui l'acuto interesse per la "techne" sembra non lasciare spazio in alcuni lavori a considerazioni sulla natura del mondo. Fu uomo di scienza, ma anche cultore della letteratura tedesca e francese, di cui possedeva un'ampia raccolta di testi in lingua originale³³ che cedette in età avanzata al suo aiuto Teresa Mundula.

Studioso solitario e un po' bizzarro, si narra³⁴ che si facesse acquistare gli abiti dal bidello avente la sua stessa corporatura; ciò confermerebbe il suo rifuggire da qualsiasi impegno del quotidiano che lo allontanasse dai suoi amati studi, cui dedicò tutta la vita.

La carriera scientifica di Guglielmo inizia con Andrea Naccari, con cui conduce i primi lavori sulle scariche nei gas rarefatti e sullo studio delle forze elettromotrici.

Da Naccari Guglielmo acquisisce l'impostazione metodologica della tradizione di ricerca che si può far risalire, attraverso Naccari e poi attraverso Francesco Rossetti³⁵, direttamente al fisico francese Victor Regnault³⁶, uno dei due modelli d'oltralpe (l'altro è il tedesco Gustav Magnus), a cui viene ricondotta tutta la tradizione sperimentale della fisica italiana dell'Ottocento. Secondo questa tradizione, requisito fondamentale del fisico è la padronanza di un sofisticato metodo sperimentale con grande abilità di condurre misure raffinate ed estremamente precise, in condizioni attentamente controllate in cui gli strumenti sono profondamente conosciuti in ogni singola parte, sia nei principi di funzionamento che nei dettagli costruttivi. La finalità è quella di produrre serie di dati altamente attendibili che possano essere patrimonio della comunità scientifica e fornire una base alle ricerche altrui, senza indulgere all'uso eccessivo di strumenti matematici (da notare che Naccari era laureato in Matematica) e all'introduzione di ipotesi interpretative azzardate per la smania di essere protagonisti di nuove scoperte. Questa forma mentis è ben evidente nell'Introduzione al corso di Fisica sperimentale tenuto nel

³³Volumi tuttora presenti nell'archivio Crespellani-Mundula.

³⁴Racconto riportato da Francesco Raga, ordinario di Fisica a Cagliari e allievo di Giuseppe Frongia, quest'ultimo ordinario di Fisica dal 1955 e allievo della Brunetti.

³⁵Francesco Rossetti (Trento 1833- Padova 1885). Studiò all'Università di Padova e di Vienna dove si laureò in Matematica e Fisica. Nel 1860 fu assunto all'Università di Padova. Trascorse tutto il 1864 a Parigi a lavorare presso il laboratorio del fisico e chimico Henri-Victor-Regnault.

³⁶Victor Regnault (Aquisgrana 1810-Parigi 1878). Chimico e fisico francese, allievo di J. Liebig e di P.- L. Dulong, nel 1840 divenne professore di Chimica all'Ecole Polytechnique succedendo a J.- L. Gay - Lussac e in seguito professore di Fisica al Collège de France.

1876 da Andrea Naccari, secondo il quale, infatti, l'opera più fruttuosa del fisico non é quella di formulare congetture e verificarle, bensì:

L'opera di lui é più modesta, né per ciò va riputata meno feconda di utili risultamenti. Quando egli semplicemente misura la intensità di un fenomeno [...] può parere che egli altro non faccia che arricchire di un numero le pagine di un venturo trattato. Ma egli é a quest'opera continua e modesta che la fisica deve i suoi gloriosi trionfi [...]. Di quando in quando il lavoro fatto da molti e lontani sperimentatori intorno a certe questioni si accumula [...] finalmente appare a taluno, o più avventuroso o più ingegnoso, l'idea che più fatti possano raccogliersi sotto una legge medesima [...]. E allora l'opera, forse oscura, dei molti vien subito posta in luce. Tale é il sicuro modo che vale a preparare il cammino su cui procede la scienza nel lento e maestoso suo incesso. [57]

La perfetta assimilazione dell'abilità e del metodo sperimentale da parte di Guglielmo, sarebbero una conferma della grande attenzione prestata da Naccari alla formazione dei nuovi ricercatori e delle sue doti didattiche. Ricordiamo solo che il *Manuale di fisica pratica*, il manuale di laboratorio scritto da Naccari insieme a Manfredo Bellati³⁷, pubblicato nel 1874, era ancora usato in almeno nove programmi di laboratorio in Italia nel 1900, ed ancora dopo mezzo secolo passava per essere ineguagliato³⁸

Tutti i lavori di Guglielmo sono improntati a questa metodologia, in particolare modo i primi. Negli articoli cronologicamente più avanzati, si é rilevata una certa evoluzione secondo due direzioni che possono apparire in un primo momento divergenti, ma che vedremo poi essere più complementari che in antitesi: da un lato vengono portati alle estreme conseguenze i presupposti della metodologia dei maestri, facendo diventare protagonista “la techne” nella progettazione e costruzione dello strumento nuovo, non solo in maniera funzionale all'esperienza, ma anche per il piacere della costruzione e dell'ottimizzazione dello strumento in sé; dall'altro ci si allontana dai maestri più diretti, facendo forse riemergere qualche seme sopito di maestri in un primo momento meno influenti sull'impostazione di Guglielmo, quali Giuseppe Basso, e quegli strumenti matematici, quelle ipotesi teoriche, addirittura qualche “esperimento pensato”, tanto elusi nei primi lavori, iniziano ad emergere e a

³⁷Manfredo Bellati: (Feltre (Belluno) 1848-1932), cognato di Naccari. Si laureò in Ingegneria civile a Padova nel 1869. Fu docente di Fisica tecnica e direttore della Scuola di applicazione per gli ingegneri di Padova.

³⁸REEVES BARBARA [65], che a sua volta cita WEINBERG, *L'enseignement pratique*; POCHETTINO ALFREDO *Andrea Naccari: commemorazione*, Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino; MEDICI M., *Manfredo Bellati*, Dizionario biografico degli italiani.

dar vita ad articoli via via di maggiore spessore e di risonanza nazionale. Questa maturazione di Guglielmo emerge con evidenza dall'analisi degli studi sulle scariche nei gas rarefatti : si può notare come nei primi articoli ci sia un'indagine sistematica e molto precisa sul riscaldamento degli elettrodi per effetto delle scariche, condotta variando ora la distanza tra gli elettrodi, ora la superficie e poi la forma degli elettrodi, ora l'intensità della corrente, ora il metallo degli elettrodi. I risultati vengono riportati in maniera asettica, con dovizia di particolari riguardo alle modalità di conduzione dell'esperienza e i particolari espedienti sperimentali, ma senza mai azzardare alcuna ipotesi sui meccanismi della Natura a livello microscopico o macroscopico, che possano spiegare i dati sperimentali ottenuti o suggerire una linea di esperimento nuova.

Diversa maturità appare in articoli successivi. In particolare in due articoli [126] [130] dal titolo *Sui raggi catodici, sui raggi Rontgen e sulla grandezza e la densità degli atomi*, nota 1 e 2, pubblicati nei Rendiconti dell'Accademia dei Lincei nel 1898 e 1899, di cui si parlerà più diffusamente in seguito, si può evincere la ormai matura capacità di avanzare ipotesi di fondo sulla Natura, in base alle quali progettare l'esperimento per misurare grandezze fisiche la cui espressione è ricavata con ragionamenti puramente teorici fondati sulle ipotesi iniziali.

Le pubblicazioni di Guglielmo, iniziate con Naccari sugli Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino, proseguiranno copiose e assai varie, sia per argomenti che per tipologia, principalmente nei Rendiconti dell'Accademia dei Lincei, ma anche sul N.C., sulla Rivista Scientifico Industriale e su alcune riviste straniere. Eccetto i primi, i più di cento articoli di Guglielmo sono quasi tutti a firma unica.

Guglielmo era infatti un ricercatore solitario e purtroppo non ereditò da Naccari la dedizione, il carisma e le doti di leadership scientifica necessarie per diventare un Maestro, capo di un gruppo di ricerca e fondatore di una tradizione di ricerca, quale fu invece Naccari, dal cui Istituto uscirono “*molti Professori Universitari, più che da ogni altro*“.³⁹

È curioso leggere in un articolo di Guglielmo:

La necessità di osservare la bussola non mi permise di fare os-

³⁹AMERIO ALESSANDRO *Commemorazione del prof. Andrea Naccari*, N.C., 1927.

Egli lasciava ai suoi aiuti, assistenti o allievi la massima iniziativa possibile sia nell'argomento, sia nel metodo di studio e di indagine, ma era sempre pronto a soccorrere con la parola assennata, col consiglio opportuno, l'allievo che ricorreva a lui in un momento di bisogno, di incertezza di scoramamento, in modo da fargli riprendere la ricerca con maggior fede.

servazioni molto accurate su queste apparenze luminose, tuttavia osservai . . .

Ciò che ci dice che era proprio abituato a operare in solitudine. Da quando arrivò a Cagliari nel 1891, fino al 1903 poté contare unicamente su un assistente preparatore, quel Giuseppe Dessì che aveva affiancato tanto validamente anche Antonio Pacinotti. Con l'introduzione di un assistente e poi, con gli anni, anche di un aiuto, probabilmente non cambiò l'impostazione di conduzione della ricerca, forse non coinvolgendo i suoi allievi nelle sue ricerche, sicuramente non rendendoli partecipi della paternità dei lavori: nessuno dei suoi aiuti o assistenti (Cesare Zedda, Vittorio Tronci, Teresa Mundula) pubblicò mai durante la collaborazione con lui, ne' continuò la carriera accademica.

Una testimonianza del rapporto maestro-allievo ci è data dalle fonti orali, e in parte anche scritte, costituite dalle testimonianze tramandate alle figlie e ai nipoti dal suo aiuto Teresa Mundula. Sebbene la stimasse e l'apprezzasse anche per le capacità sperimentali, Guglielmo affidò alla Mundula incarichi di responsabilità solo in ambito didattico, mentre si ha notizia di un solo lavoro di ricerca di quest'ultima, sulle lunghezze d'onda con gli anelli di Newton, rimasto manoscritto e mai rinvenuto.⁴⁰

Per via di questo suo modo di fare ricerca quindi Guglielmo non diede mai vita, purtroppo, ad una tradizione di ricerca, non formando a Cagliari una "scuola", come poi seppe fare, seppure nella sua breve permanenza, Rita Brunetti.

Sebbene solitario, tuttavia Guglielmo fu un ricercatore integrato non solo nella comunità scientifica nazionale ma anche in quella internazionale: le sue numerose pubblicazioni nei Rendiconti dell'Accademia dei Lincei e nel N.C. vennero infatti spesso recensite e riassunte in tedesco nelle riviste tedesche *Zeitschrift für analytische Chemie* e *Beiblätter zu den annalen der physik und chemie*.

Come visto sussiste l'ipotesi, anche se mai accertata, che fin dal 1891 egli potesse avere rapporti con Vienna, dove si trovava al momento della sua chiamata a ricoprire la cattedra di Cagliari.

Che la comunità internazionale dei fisici lo annoverasse tra i suoi membri si può evincere dalla sua inclusione in una sorta di censimento mondiale dei fisici pubblicato in un testo del 1913⁴¹ e soprattutto dal grande onore riservatogli invitandolo a scrivere in un importante Volume Giubilare.

Nell'archivio Centrale dello Stato ho infatti trovato un documento relativo a

⁴⁰GUGLIELMO GIOVANNI, Lettera manoscritta di presentazione di Teresa Mundula, datata 20 settembre 1926, Archivio privato famiglia Crespellani Mundula.

⁴¹*Who's who in Science*, Scientia-Gentes-Socios, 1912

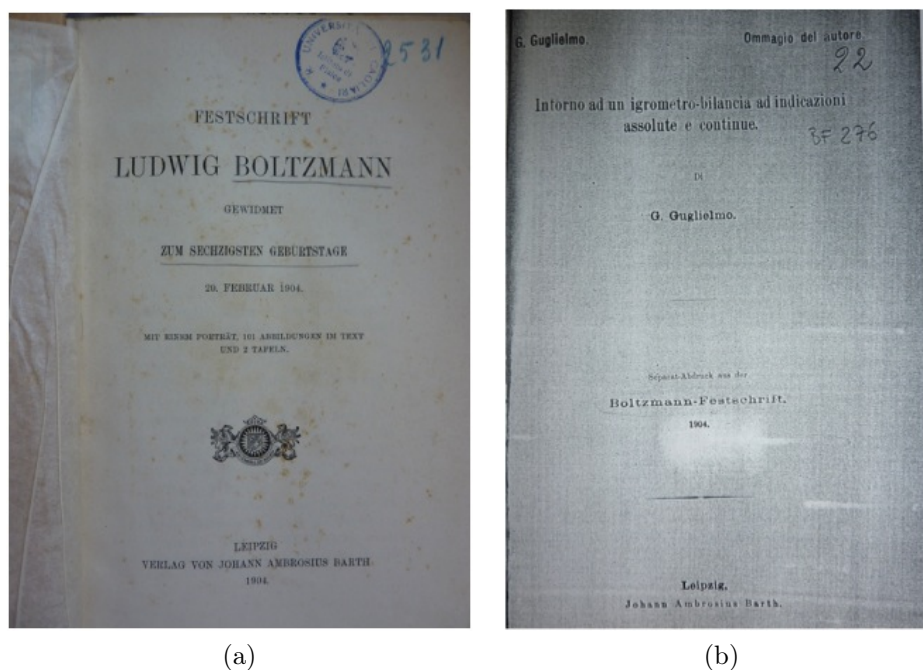


Figura 3.6: Volume Giubilare di Boltzmann (a) del 1904 e articolo di Guglielmo ivi contenuto (b)

una richiesta di permesso da parte di Guglielmo, datata 1903, per motivi di salute

*... aggravatisi in seguito al duro lavoro durante tutta l'estate e parte dell'autunno per terminare alcuni lavori sperimentali (per uno dei quali specialmente, destinato ad un Volume Giubilare per un illustre fisico tedesco non potevo onorevolmente disdirmi).*⁴²

Ho poi appreso "l'illustre fisico tedesco" essere nientemeno che Ludwig Boltzmann.

Infatti lo scritto di Guglielmo *Intorno ad un igrometro - bilancia ad indicazioni assolute e continue* fu pubblicato nel Volume Giubilare di Boltzmann del 1904 (??) dove il nome di Guglielmo compare accanto a quelli di Max Planck, Wilhelm Wien, John von Neumann, Friedrich Albrecht Anton Meyer, Ernst Mach, Johannes Stark, Hendrik Lorentz, Arnold Sommerfeld, Walther Nernst, Leo Graetz ... con unici altri italiani Antonio Garbasso, Pietro Cardani e Augusto Righi.

⁴²A.C.S., MPI, DGIS, Div.I, I serie, busta 75.

L'articolo presenta un metodo di utilizzo innovativo di uno strumento tradizionale, come era tipico della maniera di operare di Guglielmo: con una bilancia si determina la tensione del vapor acqueo contenuto in un volume d'aria noto, deducendola dalla spinta aerostatica che un corpo di gran volume o piccolo peso subisce nell'aria. Il metodo si basa sul principio di funzionamento di un baroscopio con degli accorgimenti che permettono di indicare le piccole variazioni della densità dell'aria ambiente causate dalle variazioni della proporzione di vapor acqueo, annullando le variazioni molto maggiori causate dai cambiamenti della pressione e della temperatura, per la cui misura viene comunemente utilizzato il baroscopio. Guglielmo sostiene che, anche usando un corpo di volume non grandissimo, si può ottenere una grande sensibilità nelle indicazioni.

Ed effettivamente il procedimento sperimentale deve essere stato giudicato ingegnoso per essere stato accettato per la pubblicazione. Si legge infatti nell'introduzione del volume che l'iniziativa di un'opera celebrativa come omaggio per il sessantesimo compleanno di Boltzmann riscosse

un'adesione talmente ampia che si é avuta la necessità di limitare i lavori e le offerte di collaborazione per tale progetto[...]. Sebbene nella presente opera non abbiano avuto spazio alcune interessanti ricerche, non dobbiamo dimenticare che hanno dato il loro contributo studiosi russi, giapponesi, norvegesi, italiani, solo per citarne alcuni.

Nonostante l'affermazione conquistata a livello internazionale, a partire dal 1917 iniziò per Guglielmo un isolamento che comportò il rifiuto, da parte delle prestigiose riviste che avevano accettato i suoi lavori fino a quel momento, di continuare a pubblicarglieli.

Motivo di tale allontanamento fu una viva polemica, iniziata già dal 1914, con Guido Grassi⁴³, docente e direttore nella Scuola di Elettrotecnica di Torino, sulla dipendenza della legge di Poisson ($PV^\gamma = costante$) dal primo principio della termodinamica, affermata da Guglielmo e negata da Grassi. Questa polemica monopolizzò l'attenzione e le energie di Guglielmo per tutto il 1916 e il 1917. Poi il silenzio totale per quattro anni. Guglielmo non pubblicherà mai più se non a livello locale: nel 1921 uscì nelle *Pubblicazioni dell'Istituto di*

⁴³Guido Grassi (Milano 1851- Varenna 1935). Si laureò in Fisica nel 1872 a Pavia dove iniziò la carriera come assistente di Cantoni. Docente di fisica tecnica alla scuola di applicazione per gli ingegneri di Napoli e poi in quella di Torino. Progettò e istituì nel 1887 il primo corso di Elettrotecnica in Italia. Fondò la scuola di elettrotecnica di Milano e quella di Torino. Godeva di grande prestigio a livello nazionale, ricoprì molti incarichi importanti, anche politici. Più diffusamente si parla di Guido Grassi nel paragrafo dedicato alla polemica.

Fisica dell'Università di Cagliari, Intorno ad alcune dimostrazioni del prof. Grassi e di altri che vuole essere un riassunto di tutta la polemica, un lungo riassunto di ben 58 pagine ! Qui viene riportato il rifiuto da parte del N.C. e da parte dell'Accademia delle Scienze di Torino di pubblicare le sue note di replica e la denuncia da parte di Guglielmo della violazione della libertà di stampa e di espressione:

Non potei ottenere che venissero pubblicate, e a nulla valse essermi rivolto ripetutamente al Presidente della Società di Fisica. Così nuovamente sono stati violati il diritto di difesa, le regole di una polemica leale ed onesta, la Legge della Stampa.[184]

A un primo sguardo sembrerebbe di trovarsi davanti a una spietata sentenza pronunciata dalla comunità accademica.

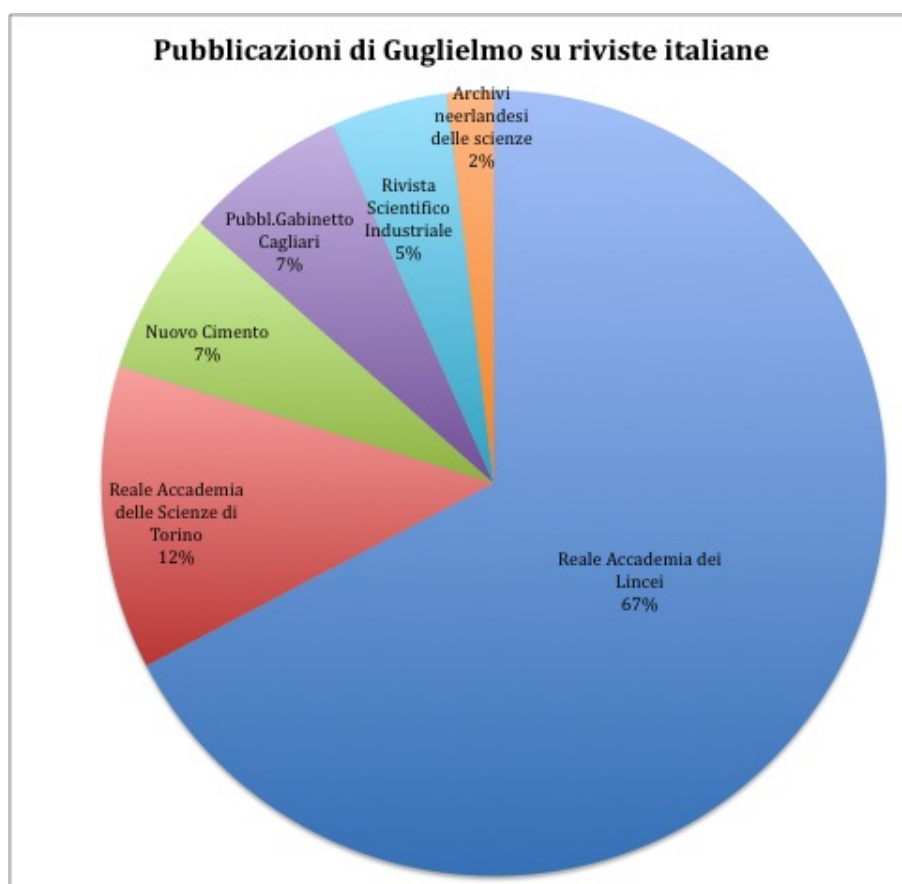
Invece, un'analisi più dettagliata di tutti gli articoli, anche della controparte, mette in evidenza una discussione su argomenti ormai superati e un miope arroccamento di Guglielmo sulle proprie posizioni dettato più da orgoglio personale che dallo spirito di una sana controversia scientifica.

Purtroppo questa sua inspiegabile caparbia, porterà Guglielmo ad una quasi totale sterilità per tutti gli ultimi undici anni della sua carriera scientifica, caratterizzati da un interesse ossessivo per gli stessi argomenti oggetto della polemica, dibattuti in maniera tautologica nelle poche pubblicazioni locali di quegli anni e perfino nelle tesi di laurea, fino al suo collocamento a riposo.

3.4 L'attività scientifica

3.4.1 Analisi d'insieme della produzione scientifica

Il primo aspetto che colpisce della produzione di Guglielmo é la sua mole: più di cento articoli pubblicati sulle più prestigiose riviste nazionali, soprattutto negli Atti della Reale Accademia dei Lincei e nel N.C., ma anche negli Atti della Regia Accademia delle Scienze (Torino), nella Rivista Scientifico Industriale, nelle pubblicazioni del Gabinetto fisico della Regia Università di Cagliari. Va assolutamente precisato che il numero di articoli pubblicati sul



N.C. riportati in questo grafico, si riferisce agli articoli pubblicati SOLO su tale rivista. In realtà il numero di pubblicazioni di Guglielmo comparse sulla rivista sono ben 42, essendo all'epoca il N.C. una sorta di compendio della produzione della comunità scientifica nazionale e internazionale e dal 1897 organo ufficiale della Società Italiana di Fisica: lavori pubblicati su riviste locali o sui Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei venivano nuovamente pubblicati oppure riassunti su il N.C..

Vista la mole della produzione di Guglielmo é parsa subito evidente la necessità di una sua prima analisi d'insieme, con l'applicazione di qualche sorta di classificazione. A tale scopo, in un primo momento si é tratto spunto da un lavoro di Giuliani [35], in cui si fa un esame di tutti gli articoli comparsi nel N.C. dal 1855 al 1944, in quanto dall'autore considerati rappresentativi della produzione scientifica nazionale, nonostante, soprattutto nel primo quindicennio, vi fossero molti sunti di articoli stranieri: gli articoli vengono classificati in base a 64 argomenti⁴⁴ suddivisi poi nelle tre categorie Fisica

⁴⁴Argomenti individuati da Giuliani nel suo lavoro:

1 Argomenti vari di Fisica Matematica, 2 Acustica, 3 Astrofisica, 4 Astronomia, 5 Conduzione termica, 6 Conduzione elettrica, 7 Calorimetria, 8 Corpo Nero, 9 Cristallografia, 10 Cosmologia, 11 Raggi catodici, 12 Raggi catodici e raggi X, 13 Diffusione, 14 Dielettrici, 15 Etere, 16 Elettricità (generico), 17 Elettromagnetismo, 18 Emissione secondaria, 19 Effetto Raman, 20 Elettrolisi, 21 Effetto Volta, 22 Fotoconducibilità, 23 Effetto fotoelettrico, 24 Fluorescenza, fosforescenza, 25 Fluidi, 26 Fisica nucleare, 27 Fisica quantistica, 28 Fotometria, 29 Geologia, 30 Geofisica, 31 Effetti galvanomagnetici, 32 Gas rarefatti, 33 Gravitazione, 34 Idrodinamica, 35 Irraggiamento termico, 36 Elasticità (generico), 37 Matematica, 38 Meccanica, 39 Effetti magnetoelastici, 40 Mineralogia, 41 Magnetismo (generico), 42 Magneto - ottica, 43 Ottica, 44 Proprietà magnetiche, 45 Piezo - elettricità, 46 Radioattività, 47 Relatività, 48 Raggi molecolari, 49 Raggi cosmici, 50 Raggi X, 51 Superconduttività, 52 Scienza della Terra, 53 Fisica dei solidi (generico), 54 Struttura delle molecole, 55 Effetto Stark, 56 Spettroscopia, 57 Fisica statistica, 58 Termodinamica, 59 Termo-elettricità, 60 Effetto termoionico, 61 Termometria, 62 Raggi ultravioletti, 63 Argomenti vari, 64 Effetto Zeeman.

classica, Fisica moderna, Proprietà dei materiali⁴⁵ .

Essendo presente sul N.C. solamente il 40% circa degli articoli di Guglielmo, tra prime pubblicazioni e ripubblicazioni, é parso opportuno completare la classificazione adottata da Giuliani sul restante 60% circa della produzione di Guglielmo. Ciò é stato fatto, inizialmente, cercando di essere il più coerenti possibili con il lavoro di riferimento.

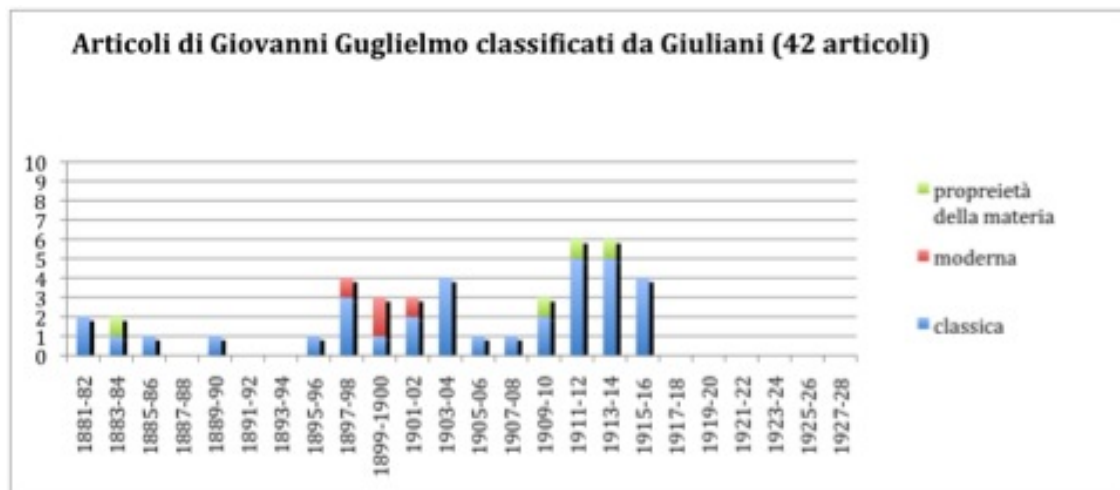
In base a tale classificazione gli articoli di Guglielmo sono risultati riconducibili a ben 20 argomenti⁴⁶ che ricoprono quasi tutta la fisica allora conosciuta dall'elettricità alla termodinamica, dall'ottica alla meccanica, dalla geofisica alla struttura molecolare, senza considerare gli articoli catalogati come "vari". La grande varietà di argomenti denota la vastità di interessi, tipica di uno scienziato "ottocentesco" e la presenza, in Guglielmo, di una fisica non ancora settorializzata come sarà invece nella produzione della Brunetti. Di questi argomenti quelli ascrivibili al settore "fisica moderna" o "struttura moleco-

⁴⁵Suddivisione degli argomenti nel lavoro di Giuliani:

Fisica Moderna	Fisica Classica	Proprietà dei materiali
acustica	cond elettrica	astrofisica
astronomia	cond. termica	corpo nero
calorimetria	cristallografia	cosmologia
elasticità	diffusione	effetto Raman
elettricità	eff. galv-magn.	effetto Stark
elettrolisi	eff. magn-elastici	eff. Zeeman
elettromagnetismo	eff. Volta	emissione secondaria
etere	eff. termoionico	fisica nucleare
fluidi	fluor. fosf.	fisica quantistica
fotometria	fotocond.	fisica statistica
geofisica	piezoelettricità	gas rarefatti
geologia	prop. dielettriche	gravitazione
idrodinamica	prop. elastiche	irraggiamento termico
liquidi	prop. magnetiche	magnetoottica
matematica	solidi	radioattività
meccanica	termoelettricità	raggi catodici
meteorologia		raggi cosmici
ottica		raggi molecolari
raggi UV		raggi X
termodinamica		relatività
termometria		spettroscopia
		struttura molecolare
		eff. Foeletrico
		superconducibilità

⁴⁶Gli argomenti trattati da Guglielmo secondo le categorie adottate da Giuliani: elettricità, termoelettricità, effetto Volta, termometria, calorimetria, termodinamica, solidi, fluidi, ottica, meccanica, magnetismo, divulgazione, raggi catodici, raggi X, diffusione, struttura molecolare, geofisica, relatività, vari.

lare“ sono risultati una piccola percentuale rispetto agli argomenti di fisica classica, come si evince dai seguenti grafici:



È interessante il picco, come a livello nazionale, degli argomenti di fisica moderna negli anni immediatamente successivi il 1895, anno della scoperta dei raggi X, come si può facilmente verificare nel confronto con il grafico riportato da Giuliani per la situazione nazionale:

L'analisi secondo le categorie di Giuliani ha portato a evidenziare in Guglielmo, oltre alla varietà di argomenti, la varietà di tipologia degli articoli:

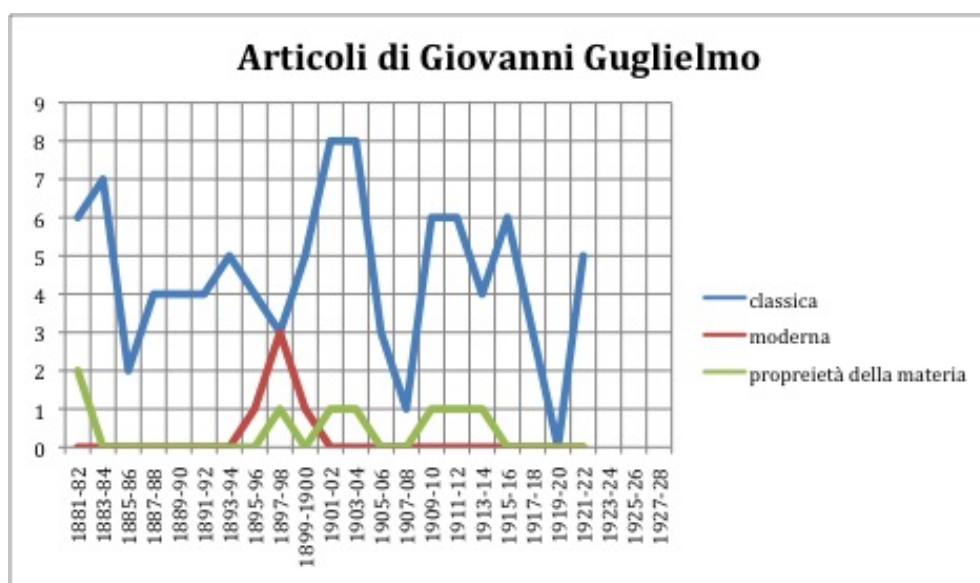


Figura 3.7: Classificazione completa degli articoli di Guglielmo

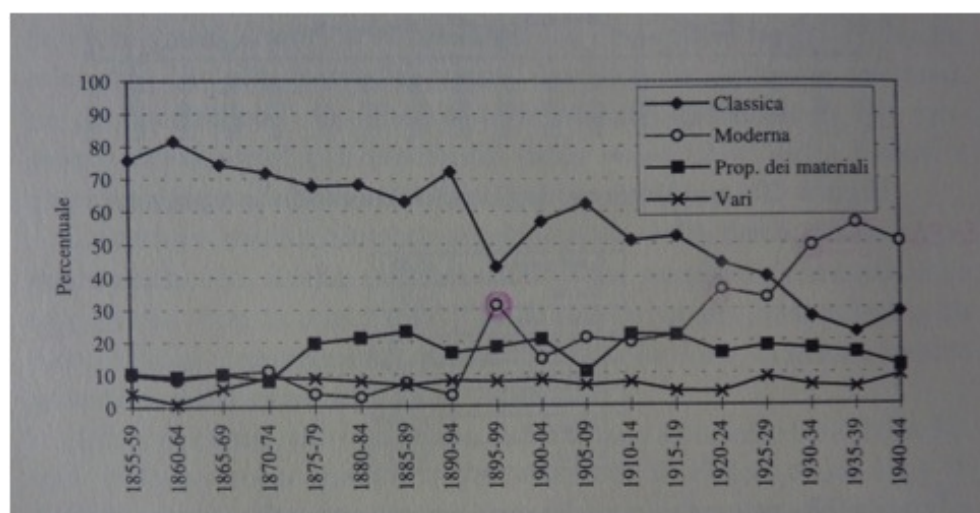
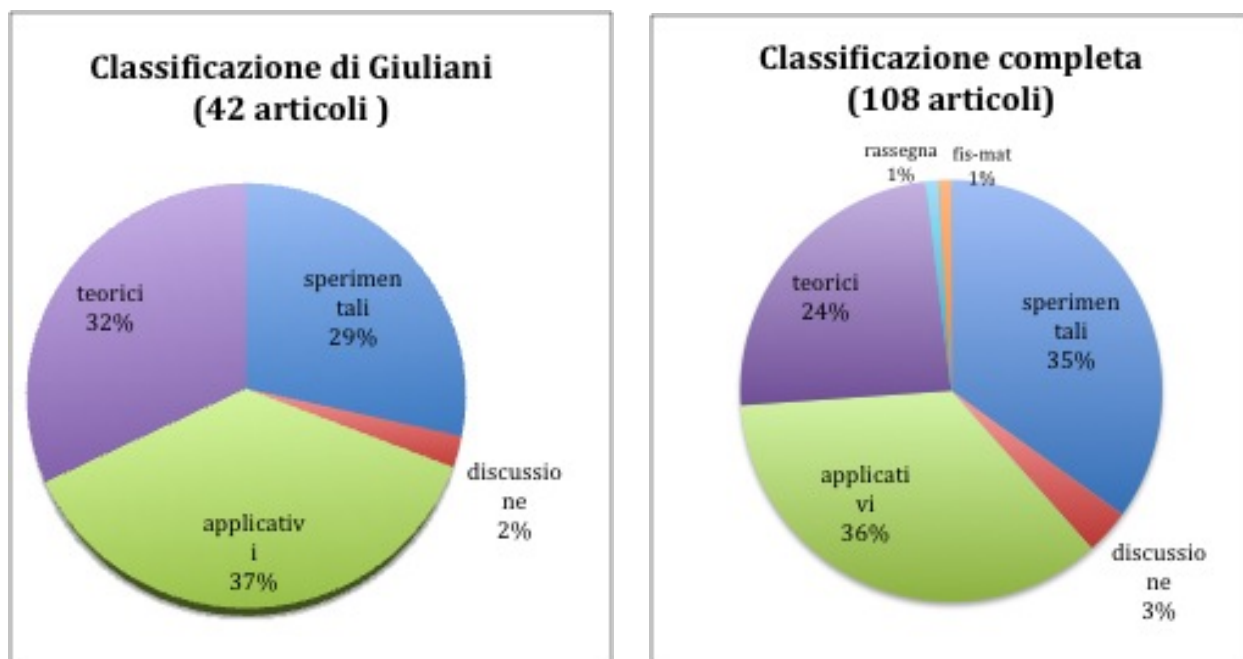


Figura 3.8: Classificazione operata da Giuliani degli articoli comparsi sul N.C. dal 1855 al 1944

dai più spiccatamente applicativi a quelli puramente teorici.

In questo caso vengono adottate, sempre seguendo Giuliani, 8 categorie di tipologia di articolo: sperimentale, teorico, fisica matematica, applicativo, rassegna, discussione, didattica, storia.

Qualora un articolo presentasse le caratteristiche di due tipologie contemporaneamente, si è incrementato di 0,5 il conteggio di ciascuna tipologia,



proprio come in Giuliani.

Sia secondo la classificazione completa da me operata e ancor di più nella classificazione parziale di Giuliani emerge un dato piuttosto singolare.

Come si può vedere dalle figure, sebbene la maggioranza sia costituita da articoli sperimentali e applicativi, come era quasi tutta la produzione della maggior parte dei fisici italiani dell'epoca, colpisce l'alta percentuale, per il periodo, degli articoli teorici. Questo emerge chiaramente dal confronto con le percentuali su tutti gli articoli del N.C. calcolate da Giuliani per il periodo da lui preso in considerazione, cioè con quella che può essere considerata una media a livello nazionale nel periodo considerato:

Prima di un'analisi dettagliata di buona parte dei lavori di Guglielmo ho pensato dunque a una effettiva connotazione in senso teorico della sua opera. Ho anche pensato che fossero riaffiorati in Guglielmo gli insegnamenti di Giuseppe Basso, suo professore per ben quattro anni dei suoi studi. Giuseppe Basso è un fisico che, come già accennato, viene oggi considerato uno dei precursori dei fisici teorici. Riporto alcune altre parole di Barbara Reeves su Giuseppe Basso perché mi sembrano molto significative:

L'accoppiamento di approcci teorici e sperimentali fu ciò che diede alla sua ricerca un <carattere speciale>, atipico rispetto a quello dei suoi contemporanei.

Alfonso Sella ed Antonio Garbasso, due degli studenti più giovani di Naccari che furono maggiormente influenzati da Basso alla

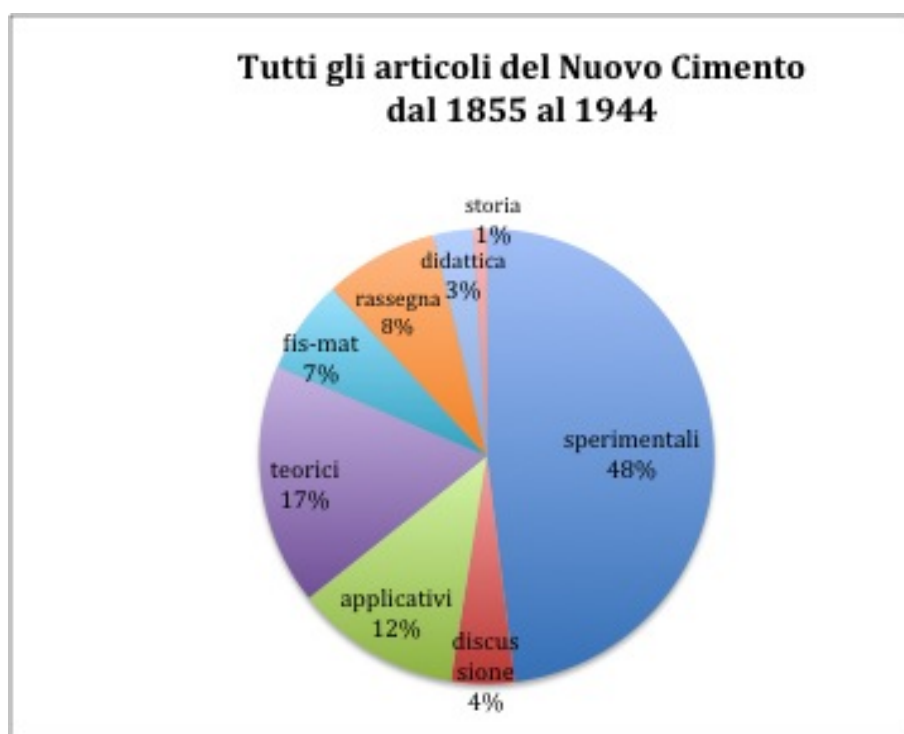


Figura 3.9: Classificazione per tipologia di tutti gli articoli comparsi sul N.C. dal 1855 al 1944

metà e nei tardi anni ottanta, furono virtualmente i primi fisici teorici italiani.[65]

La forte analogia di formazione di Guglielmo con Sella e Garbasso, unitamente al dato emerso da una prima analisi di insieme dei suoi lavori, mi ha portato in prima battuta a un'idea fuorviante della figura di Guglielmo, come emerso successivamente da uno studio più accurato.

In ogni caso la figura di Guglielmo non è di certo priva di contraddizioni. L'influenza di Basso su Guglielmo è a mio avviso innegabile come innegabile è pure la presenza di diversi articoli in cui ci si allontana con evidenza dall'impostazione sperimentale di Naccari, ossia articoli in cui non vi è la descrizione rigorosa di un esperimento con i relativi risultati, ma una sequenza di equazioni in lavori puramente formali, atti a dimostrare un'equazione utilizzata in un esperimento illustrato in altra sede o a giustificare una configurazione di uno strumento utilizzato in maniera e con finalità differenti rispetto a quelle per cui era stato inizialmente costruito.

Diversi sono inoltre gli articoli classificati come teorici-applicativi: ciò che sembrerebbe un'antitesi ai giorni nostri difficilmente comprensibile, è ascrivibile ad una particolarissima padronanza dei numerosi strumenti descritti,

padronanza che va dalla loro progettazione teorica alla capacità della loro realizzazione. Dagli articoli si evince la capacità del costruttore di ottimizzare lo strumento sia attraverso considerazioni basate sui principi fisici, quella che lui stesso chiama “la teoria dello strumento“, sia attraverso dettagli costruttivi che riguardano l'utilizzo di un particolare mastice piuttosto che un altro, gli accorgimenti per evitare la rottura dei vetri durante le saldature, l'introduzione di particolari rubinetti, la precisa lunghezza dei tubi di vetro e di gomma ... Quindi teorico e applicativo insieme.

Quello che può essere fuorviante è allora, a mio avviso, l'utilizzo della categoria “teorico“, intesa come a se stante, in un periodo in cui nell'indagine scientifica non si era ancora emancipato dalla pratica sperimentale un approccio formale indipendente e i fisici “*dovevano fare i teorici di sé stessi*“, per utilizzare un'espressione di Corbino⁴⁷. In Giuliani ritroviamo una sezione critica sui criteri di distinzione nella sua classificazione tra Fisica Matematica e Fisica Teorica, mentre non vengono fatte precisazioni sulla distinzione tra Fisica Sperimentale e Fisica Teorica perché ritenuta priva di equivoci. È stato dunque anche da me classificato teorico un articolo che non riportasse descrizione e risultati di un esperimento e in cui fosse preponderante il formalismo matematico, utilizzato per la dimostrazione di qualche particolare assunto iniziale.

Ma sappiamo che a partire dal terzo decennio del Novecento l'aggettivo “teorico“ riferito a uno scienziato o a un lavoro scientifico, acquista una connotazione più precisa, implicando l'impegno in una ricerca di un modello che possa descrivere il mondo, la formulazione di equazioni sempre più generali che compendino il maggior numero possibile di leggi particolari, l'utilizzo di una matematica piuttosto avanzata.

Pur non essendo possibile una distinzione rigorosa, se consideriamo la prima accezione del termine ritroviamo effettivamente in Guglielmo un numero consistente di articoli afferibili a tale categoria: evidentemente Guglielmo, rispetto ai suoi contemporanei, si poneva più spesso il problema della giustificazione matematica della configurazione di uno strumento da lui ideata o dell'utilizzo di una legge piuttosto che un'altra in un particolare esperimento o della discendenza da una legge generale della specifica relazione tra grandezze utilizzata o verificata in un esperimento.

Se consideriamo la seconda accezione del termine “teorico“, il numero di articoli è molto più esiguo, ma comunque non nullo. Si possono menzionare i già citati articoli sui raggi catodici [126] [130] e l'articolo *Sulla velocità moleco-*

⁴⁷CORBINO O. M., *I compiti della nuova fisica sperimentale*, Atti della Società Italiana per il Progresso delle Scienze, Riunione XVIII, Firenze, 18-25 settembre 1929, pp. 159-160

lare dei liquidi, e sulle sue variazioni per effetto della pressione[125], in cui Guglielmo tenta di dare il suo contributo per giungere a una teoria completa dei liquidi:

La velocità molecolare dei liquidi e le sue variazioni per effetto della pressione e della temperatura costituiscono un elemento essenziale dei fenomeni che si producono in essi; il determinare come varino le proprietà dei liquidi quando varia la velocità delle molecole mentre rimane costante la distanza e la distribuzione relativa di esse, e reciprocamente, fornirebbe dati molto importanti per la teoria completa dei liquidi.

Ho cercato di dedurre questa velocità da fenomeni diversi, di qualcuno dei quali ho dato così una spiegazione che credo nuova e che è confermata dai risultati. Se si considera che i valori di essa velocità sono ottenuti indirettamente, con una teoria appena abbozzata, senza uso di costanti empiriche che obblighino la teoria ad accordarsi coll'esperienza in un certo numero di casi, si troverà che essi valori sono abbastanza soddisfacenti e lasciano sperare un migliore accordo con uno studio ulteriore e più completo dell'argomento.[125]

Quindi Guglielmo, dopo aver avanzato l'ipotesi generale, non verificabile direttamente perché di natura microscopica, che le molecole di un liquido aumentino la propria velocità in seguito all'aumento della pressione esterna, procede a illustrare alcuni particolari fenomeni macroscopici che potrebbero spiegarsi con la sua ipotesi generale di partenza.

Non si tratta quindi di illustrare nuovi esperimenti ma di inquadrare risultati sperimentali già noti in uno schema concettuale reputato nuovo.

Anche gli articoli di termodinamica relativi alla polemica con Guido Grassi e riguardanti la dipendenza o meno dell'equazione di Poisson dal primo principio della termodinamica sono stati classificati come teorici e in essi in effetti si scontrano due formalizzazioni della natura molto differenti: peccato che non si tratti di scoperte recenti ma di un anacronistico riaffiorare nientemeno che di una sorta di teoria del calorico, in cui il calore riveste i suoi vecchi panni di funzione di stato, panni forgiatigli dai fisici di un secolo addietro e ormai da lungo tempo superati.

Come si può capire anche dalle pagine di questa tesi in cui viene descritta nei dettagli la polemica, si tratta in effetti di uno scivolone di Guglielmo.

Sebbene Guglielmo si possa essere inoltrato più di frequente dei suoi contemporanei in questioni teoriche, evidentemente queste non furono il suo punto di forza e costituirono per lui un terreno meno agevole di quello sperimentale e applicativo, in cui diede invece sempre prova di buone capacità. Dunque

questi tentativi, più o meno riusciti, di incursioni di tanto in tanto in campo teorico, non modificano quella che rimane a mio avviso la peculiarità del nostro fisico di provincia: la sua abilità sperimentale e la sua capacità e il suo ingegno nella costruzione e modificazione degli strumenti, caratteristica indispensabile per la eroica sopravvivenza di un Gabinetto di fisica quasi privo di fondi e di risorse umane. Tanto è che gli articoli di Guglielmo recensiti e riassunti sulle riviste tedesche trattano per lo più di strumenti: strumenti ideati ex novo, strumenti modificati o strumenti utilizzati con metodi differenti da quelli convenzionali. E di uno strumento tratta il suo articolo per il volume giubilare di Boltzmann. Per gli strumenti da lui ideati è citato da altri fisici, soprattutto per i suoi preziosi accorgimenti nella costruzione e nell'utilizzo delle pompe da vuoto.

Constatato che l'analisi di insieme senza un approfondimento dei contenuti sarebbe stata in questo caso fuorviante, si è in un secondo momento scelto di operare alcune modificazioni nei raggruppamenti individuati da Giuliani in modo da ottenere categorie più appropriate allo specifico caso di studio per la suddivisione degli articoli per argomenti.

Si sono così individuati undici macroargomenti: 1) Elettricità e termoelettricità 2) Fluidi 3) Scarica nei gas rarefatti, raggi catodici e raggi X 4) Termodinamica, termometria e calorimetria 5) Struttura molecolare 6) Tecnica del vuoto 7) Geofisica 8) Ottica 9) Astronomia 10) Relatività 11) Strumenti vari (barometri, bilance, sferometri, ora esatta, igrometri ...).

Di seguito si vede la ripartizione degli articoli secondo queste categorie.

Mi sono servita della suddivisione in queste categorie per un'analisi più dettagliata della produzione di Guglielmo, oggetto del successivo paragrafo di questa tesi.

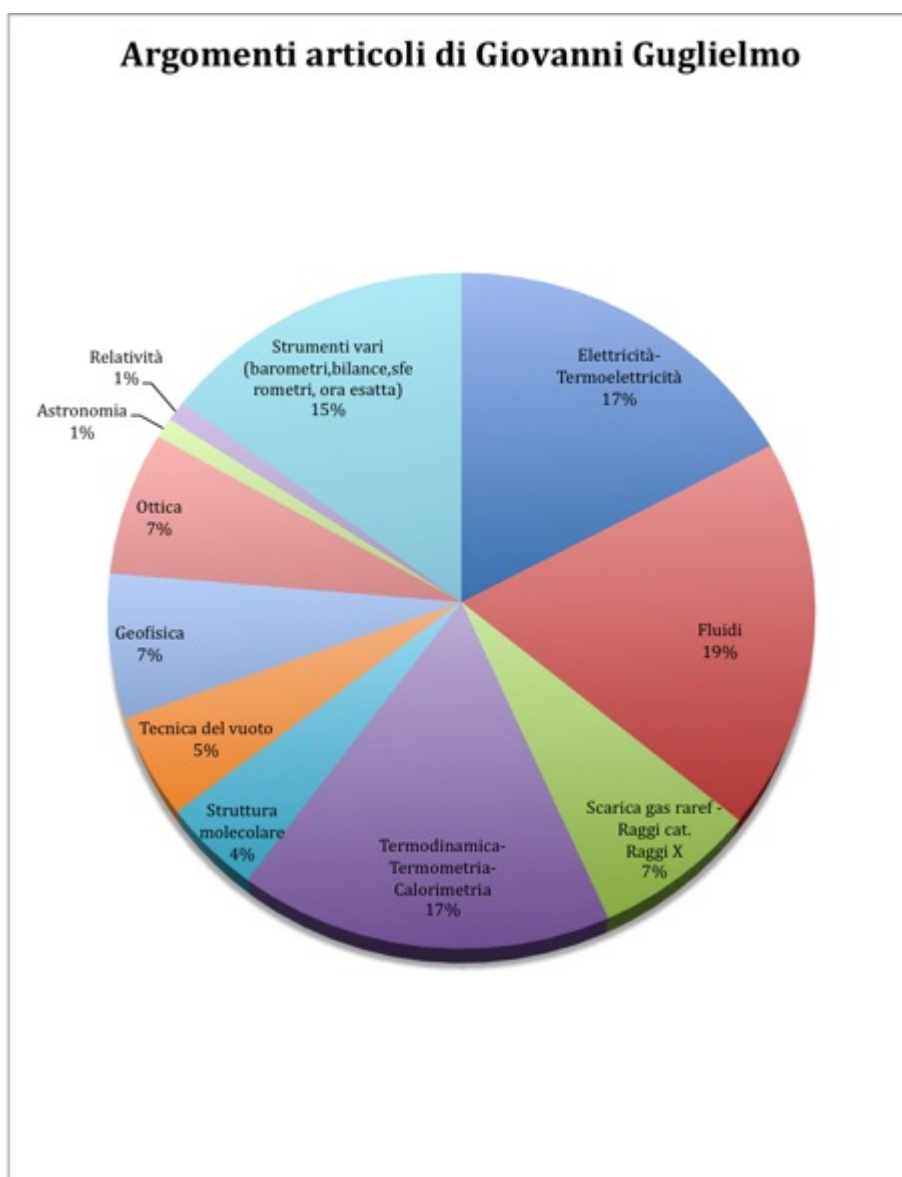


Figura 3.10: Argomenti trattati da Guglielmo secondo le categorie da me individuate

3.4.2 Citazioni di Guglielmo

Prima di passare ad un'analisi più dettagliata degli articoli di Guglielmo, reputo opportuno dedicare una sezione alle citazioni di Guglielmo nelle riviste straniere e italiane; ciò che molto contribuisce, a mio avviso, a dare un'idea di quanto Guglielmo fosse più o meno conosciuto e apprezzato dai suoi contemporanei.

Numerosi sono gli articoli di Guglielmo che sono stati recensiti e riassunti in

riviste che vagliavano periodicamente la produzione mondiale, selezionando da tutte le pubblicazioni nazionali più prestigiose, i lavori più significativi. Troviamo così riassunti, più o meno lunghi, di articoli di Guglielmo nelle riviste tedesche BEIBLÄTTER ZU DEN ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE e ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE, nella rivista francese JOURNAL DE PHYSIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE, nel catalogo inglese ROYAL SOCIETY OF LONDON: CATALOGUE OF SCIENTIFIC PAPERS 1800-1900. Riporto schematicamente, per ogni rivista, gli articoli di cui ho trovato una recensione.

Tabella 3.1: Articoli ZEITSCHRIFT FÜR ANALYTISCHE CHEMIE

ANNO	TITOLO	COLLOCAZIONE
1892	Um die Dispersion von Prismenspectroskopen erheblich zu steigern	Volume 31, Issue 1, p 63
1892	Einige Modificationen an der Sprengel'schen Quecksilberluftpumpe	Volume 31, Issue 1, p 192
1892	Ein einfach herzustellendes, leicht transportables Barometer	Volume 31, Issue 1, pp 191-192
1895	Quecksilberluftpumpen	Volume 34, Issue 1, pp 62-63
1895	Einige neue Formen von Quecksilberbarometern	Volume 34, Issue 1, p 446
1896	Eine Modification des Fahrenheit'schen Aräometers als eine neue Form der Wage	Volume 35, Issue 1, p 683
1901	Zur Bestimmung des specifischen Gewichts	Volume 40, Issue 3, pp 170-171
1901	Ueber einige Abänderungen des Fahrenheit'schen Aräometers und eine neue Form einer Wage berichtet	Volume 40, Issue 3, pp 171-172
1904	Einige neue Methoden zur Bestimmung des Molekulargewichtes	Volume 43, Issue 6-7, pp 403-404

Tabella 3.2: Articoli BEIBLÄTTER ZU DEN ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE

ANNO	TITOLO	COLLOCAZIONE
1884	Bestimmung des Diffusioncoefficienten des Wasserdampfes in Luft, Wasserstoff und Kohlensäure	Vol 8 p. 20

Tabella 3.2: continua dalla precedente

1884	Electrom. Kraft u. Widerstand des electrisch. Funkens	Vol 8 p. 238
1884	Erwärmung der Electroden durch den Inducionsfunken in sehr verdünnten Gasen (GUGLIELMO und Naccariu)	Vol 8
1884	Erwärmung der Electroden durch den electrischen Funken. Zweite (Guglielmo und Naccariu)	Vol 8 pag 729
1884	Ueb. einige Modificationen der Quecksilberpumpen	Vol 8 p. 799
1884	Bestimmung der electrom. Kraft und des Widerstandes der Elemente, sowie der Polarisation durch starke Ströme	Vol 8 p. 864
1891	Ein Mittel die Dispersion von Prismenspektroskopen erheblich zu steigern	Vol 15 p 105
1893	Beschreibung eines neuen Apparats zur Messung der isentropischen und isothermischen Zusammendrückbarkeit von Flüssigkeiten und festen Körpern	Vol 17 p 612
1893	Einige neue, sehr empfindliche Druckmessungsmethoden	Vol 17 p. 1009
1893	Partialdrucke und osmotische Drucke von Mischungen flüchtiger Flüssigkeiten	Vol 17 p. 628
1893	Ueber die Dampfdrucke der Lösungen von Schwefel und Phosphor in Schwefelkohlenstoff	Vol 17 p. 291
1893	Beschreibung einer neuen Quecksilberpumpe	Vol 17 p. 490
1893	Beschreibung einiger neuer Formen des Quecksilberbarometers	Vol 17
1895	Abänderung der Moor'schen Wage und einfacher Apparat zur Messung des Volumens fester Körper	
1895	Über einige Abänderungen des Fahrenheit'schen Aräometers und eine neue Form einer Wage	
1896	Beschreibung einer neuen Form eines Flüssigkeits sphärometers und einer sehr genauen Bürette	Vol 20 p. 319

Tabella 3.2: continua dalla precedente

1896	Über den Gebrauch der Schwimmer von genauen Angabe des Niveaus von Flüssigkeiten	Vol 20 p. 320
1896	Über ein Pendel mit mehreren Fäden und dessen Anwendung zur Messung der Schwere und in den Elektrometern, Galvanometern etc	Vol 20 p. 324
1897	Über die Zerstreung der Elektrizität in feuchter Luft	Vol p. 773
1897	Beschreibung einiger einfacher Apparate zur Bestimmung des Molekulargewichts der Körper in verdünnter Lösung	Vol p. 188
1899	Über die Kathodenstrahlen, die Röntgenstrahlen und über die Grösse und die Dichte der Atome	Vol 23 p. 688
1899	Über die Kathodenstrahlen, die Röntgenstrahlen und über die Grösse und die Dichte der Atome II	Vol 23 p. 690
1899	Über einige neue Formen der Sprengel'schen Pumpe und über einige einfache Formen von Röntgenröhren	Vol 23 p. 710
1899	Über einige Abänderungen der Geissler'schen Pumpen	Vol 23 p. 710
1901	Über die Messung der Luftdruckschwankungen mittelst des Cartesischen tauchern	Vol 25 p. 168
1907	Über die Bestimmung der Oberflächenspannung nach der fallenden Tropfen	Vol 31 p. 520
1922	Bestimmung der Oberflächenspannung nach d. Meth. Der fall Tropfen	Vol p 520

Tabella 3.3: Articoli JOURNAL DE PHYSIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉ

ANNO	TITOLO	COLLOCAZIONE
1885	Sur la force électromotrice et sur la résistance de l'étincelle électrique	Vol 4, Num1 p. 226-230
	Moyen simple pour construire un baromètre exact et facilement transportable	

Tabella 3.3: continua dalla prec

1893	Description d'un nouveau sphéromètre exact et de construction facile	Vol 2 Num 1 p. 380
1904	Sur la détermination de la densité et de la masse de quantités très petites d'un corps solide	Vol 3 Num 1 p. 972

Articoli in ROYAL SOCIETY OF LONDON CATALOGUE OF SCIENTIFIC PAPERS, 1800 1900

Nel solo catalogo di Meccanica sono 27 i lavori di Guglielmo catalogati: appartengono per lo più alle categorie “Standards di misure“ (che include Volumi, Pesi, Massa e Densità, Forze) Fisica generale molecolare, Diffusione, Espansione di gas e vapori non saturi, Spettroscopia.

Bisogna precisare che questa ricerca, per quanto condotta con una certa sistematicità e perseveranza su diversi archivi digitali liberi presenti in rete, non ha la pretesa di essere esaustiva, né questa é d'altronde la sua finalità. Le recensioni da me riportate sono sicuramente solo un sottoinsieme di quelle esistenti. Questo per vari motivi: prima di tutto la effettiva mancanza fisica di certi testi digitalizzati in rete; secondo, l'accessibilità gratuita solo parziale di certi archivi come Springer o Googlelibri; terzo, la mancanza in certi archivi, come ad esempio archive.org, di un sistema di ricerca avanzato, in grado di trovare le parola cercata contemporaneamente in tutti i documenti; nel caso ad esempio delle annate di BEIBLÄTTER ZU DEN ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE, é stato necessario ricercare la parola “Guglielmo“ in ogni singola annata, e anche così si sono verificate difficoltà legate a casi in cui la parola non viene riconosciuta nei file pdf. In ogni caso questa ricerca, seppur parziale, é sufficiente a dimostrare l'integrazione di Guglielmo nella comunità internazionale.

Ancor più significativa in questo senso é la presenza di numerose citazioni dei lavori di Guglielmo in riviste prestigiose a livello mondiale, la più importante delle quali é Annalen der Physik, rivista in cui anche Einstein pubblicò molti dei suoi articoli.

Riporto di seguito in uno schema riassuntivo, esito della mia ricerca condotta con le stesse modalità di quella precedente e affetta dunque dagli stessi limiti. Visto il calibro della rivista e viste le date delle citazioni, alcune molto oltre la fine dell'attività di Guglielmo, ognuna di queste citazioni sarebbe degna di

un ulteriore approfondimento, ciò che non sempre é stato possibile effettuare nell'ambito di questa tesi. Qualche approfondimento é presente nella sezione dedicata ad un'analisi più dettagliata degli articoli.

Tabella 3.4: Citazioni di Guglielmo in ANNALEN DER PHYSIK

AUTORE che cita Guglielmo	DATA e TITOLO articolo che cita Guglielmo	DATA e ARTICOLO di Guglielmo citato
Galitzine, B.	1890 Ueber das Dalton'sche Gesetz [Sulla legge di Dalton dei gas]	1887 Guglielmo u. Musina, Riv. Scient.- industr. di Firenze, Anno 19. 1887. N. 16 - 17. p. 185 <i>Sulla pressione di mescolanze di gas e vapori e sulla legge di Dalton</i>
Pirani, E.	1884 Ueber galvanische Polarisation, p. 79 4 [Sulla polarizzazione galvanica]	1881 Guglielmo, Riv. Sc. Ind. 13. p. 282 Sulla determinazione delle coppie voltaiche col metodo di Fuchs. 1881 Naccari und Guglielmo, R.A.S.T. 16. p. 17 Intorno alla forza elettromotrice delle coppie incostanti
Hartwig, Karl	1888 Die electriche Leitungsfähigkeit von Lösungen einiger Glieder der Fettsäurereihe in Wasser und einigen Alkoholen p. 59 1 [La conducibilità elettrica di soluzioni di alcuni acidi grassi in acqua ed alcuni alcoli]	1882 Guglielmo, R.A.S.T. 17 Sull'uso dell'elettrometro nella misura della resistenza dei liquidi col metodo di Mancke e con quello di Wheatstone e sulla resistenza di alcune soluzioni alcoliche di potassa
Hartnagel, Willy	1959 Der Einfluß von Krümmung und Material einer Kante auf die Lichtbeugung. I Herrn Professor Dr. Walther Gerlach zum 70. Geburtstage gewidmet p. 191 17 [Dedicato al 70° compleanno del Prof. Dr. Walther Gerlach]	1902 G. Guglielmo, Lincei Rend. (5) 11, 263 (1902). Intorno a due modi per determinare il raggio di curvatura della superficie dello spigolo nei coltelli delle bilancie e dei pendoli

Tabella 3.4: continua dalla prec

Jentzsch, Felix	1927 Über die Beugung des Lichtes an Stahlschneiden p. 309 2 Sulla diffrazione della luce di taglio in acciaio	1902 G. Guglielmo, Lincei Red. (5) 11. S. 263. 1902. Intorno a due modi per determinare il raggio di curvatura della superficie dello spigolo nei coltelli delle bilancie e dei pendoli
Müller, Walter Trautz, Max	1935 Die Reibung, Wärmeleitung und Diffusion in Gasmischungen XXXIII. Die Korrektur der bisher mit der Verdampfungsmethode gemessenen Diffusionskonstanten Die Zitate vgl. Abhandl. XXXI, Ann. d. Phys. [5] 22. 1935 Attrito (viscosità), conduzione di calore e diffusione in miscele gassose XXXIII. Correzione delle costanti di diffusione misurate in precedenza con il metodo di evaporazione. Citazioni in Abhandl. XXX	Non vi sono riferimenti ai lavori ma vengono riportati i valori trovati da Guglielmo per coefficiente di diffusione.
Pohrt, G.	1913 Beitrag zur Kenntnis der Dielektrizitätskonstanten von Dämpfen [Contributo alla conoscenza delle costanti dielettriche di vapori]	Riportata la citazione di Guglielmo in Vgl. A. Winkelmann, Handbuch der Physik I, p. 1294.
Winkelmann, A.	1884 Ueber die Diffusion von Gasen und Dämpfen p159 2) [Sulla diffusione di gas e vapori]	1884 Guglielmo, Beibl. 8. p. 20. 1884. Diffusionscoefficienten des Wasserdampfes in Luft, Wasserstoff und In Kohlensäure [Coefficiente di diffusione del vapore acqueo nell'aria, nell'idrogeno e nell'anidride carbonica] "Tentativi precedenti alle misure di G. non hanno dato risultati più precisi"

Tabella 3.4: continua dalla prec

Kerkhof, K.	1901 Ueber Temperaturen in Geissler'schen Röhren [Sulle temperature nei tubi di Geissler] A.	1884 Naccari u. G.Guglielmo, B. Att. di Torino 19. p. 9. 1884 C. Sul riscaldamento degli elettrodi prodotto dalla scintilla d'induzione nell'aria molto rarefatta
Müller, Walter Trautz, Max	1935 Die Reibung, Wärmeleitung und Diffusion in Gasmischungen XX-XI. Definition und Korrekturen der Diffusionskonstante der Gase p328 8)	Attrito, conduzione di calore e diffusione in miscele gassose XXXI. Definizione e correzioni alla costante di diffusione dei gas. 1881 G. Guglielmo, Atti di Torino 17. S. 18. 1881, 1882. Sulla determinazione del coefficiente di diffusione del vapor acqueo nell'aria, nell'idrogeno e nell'acido carbonico [Qualche dubbio: R.A.S.T. 1882 XVIII] Sulla evaporazione dell'acqua e sull'assorbimento del vapore acqueo per effetto delle soluzioni saline [Qualche dubbio: R.A.S.T. 1881 vol XVII]

Rimanendo in ambito tedesco, ho trovato citazioni anche in BEIBLÄTTER ZU DEN ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

Tra queste, mi é sembrata significativa la citazione di Guglielmo nella recensione dell'articolo di P. CURIE *Ueber die Anwendung der Schutzringcondensatoren und der absoluten Electrometer*⁴⁸, presente nel volume 17 del 1893. In essa il recensore afferma:

Der Verf. verwendet, wie schon Guglielmo, zwei einerseits versilberte Glasplatten P und P', auf dere einer P' die Belegung durch einen einige Millimeter breite kreisförmigen Strich in einen centralen Theil und einen Schütz-ring zerlegt ist.

Cioé:

L'autore ha utilizzato, come già Guglielmo, da un lato due lastre di vetro argentato P e P' ...

⁴⁸Sull'applicazione dell'anello di protezione al condensatore e sull'elettrometro assoluto

La disposizione del condensatore di Curie, oggetto dell'articolo, sarebbe dunque, secondo il recensore, già stata utilizzata da Guglielmo.

L'ipotesi che Curie stesso citasse Guglielmo si é rivelata infondata. Nel suo articolo *Sur l'emploi des condensateurs a anneau de garde et des électromètres absolus*⁴⁹, pubblicato sui Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Pierre Curie afferma:

Nous nous, sommes servis mon frère et moi, dans diverses recherches, d'un condensateur à anneau de garde, dans lequel on employait comme plateaux deux plaques de verre argentées.

E in nota troviamo:

Nous employons cet appareil depuis 1883 (voir J. CURIE, Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences, 1886 et journal La lumière électrique, 1888). M. Abraham s'est servi récemment de cet instrument et a donné une méthode très précise pour mesurer la distance des plateaux (Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, 1892. Thèse à la Faculté des Sciences).

I primi articoli di Guglielmo su particolari disposizioni dell'elettrometro risalgono al 1881 e proseguono per tutta la carriera scientifica : solo un'attenta analisi dei testi avrebbe potuto redimere questo arcano legato a tale paternità, analisi che sarebbe stata molto interessante ma che, viste le difficoltà tecniche legate alla necessaria conoscenza minuta di strumenti ormai in disuso descritti nei minimi dettagli con un linguaggio desueto, avrebbe richiesto tempi lunghi non più disponibili nell'ambito di questa tesi, nella quale si é dovuta fare una scelta per l'approfondimento tra i più di cento articoli di Guglielmo a disposizione.

Eppure tale indagine sarebbe molto interessante, non già perché l'eventuale appurata paternità di Guglielmo dello strumento possa cambiare di una virgola la Storia della fisica o la grandezza di Curie, ma perché mostrerebbe l'importanza del lavoro infaticabile e sistematico di quel "substrato" di fisici detti minori.

A fronte del numero di citazioni negli Annalen der Physik, é sorprendente la presenza di soli 2 riferimenti ai lavori di Guglielmo nel N.C. !

⁴⁹CURIE P. *Sur l'emploi des condensateurs a anneau de garde et des électromètres absolus*, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences 115, p.1068-1072. 1892

Tabella 3.5: Citazioni di Guglielmo nel N.C.

AUTORE che cita Guglielmo	DATA e ARTICOLO che cita Guglielmo	ARTICOLO di Guglielmo citato
De Candia O.	1894 Barometro esente da correzione di temperatura, NC serie IV p 115	1893 Rendiconti Accademia dei Lincei, serie V, vol II Descrizione di alcune nuove forme di barometro a mercurio
Federico R.	1901 Una nuova pompa a mercurio, N.C. serie 5, vol.1, Issue 1 pp. 187-189	1899, NC serie 4, t10 p 189

La ricerca é stata fatta con SpringerLink su tutti i volumi della rivista, da me pienamente accessibile in qualità membro della Società Italiana di Fisica: la ricerca in questo caso dovrebbe avere anche una certa attendibilità in quanto a esaustività. Per le caratteristiche di rappresentatività della produzione italiana di questa rivista di cui si é già detto in altra sede, questo dato può, a mio avviso, già considerarsi significativo, anche se non si é ultimata una ricerca sistematica nei Rendiconti dell'Accademia dei Lincei, non accessibili nel sito dell'Accademia dei Lincei e presenti con libero accesso in BiASIA periodici italiani digitalizzati ma senza possibilità di ricerca nel testo.

Se le citazioni degli articoli di uno scienziato nelle riviste sono indice dell'integrazione del suo autore in una comunità scientifica, le citazioni in trattati o manuali, specialmente se editi in date abbastanza successive a quelle dei lavori menzionati, sono indice di una certa importanza di quei lavori per la definizione del quadro generale di un argomento o per la determinazione del valore di una costante o di una grandezza fisica o per la messa a punto di uno strumento o di una procedura sperimentale.

Guglielmo è più volte citato, in un lungo arco temporale e in testi di diversi tipi e nazionalità, per il valore da lui determinato per il coefficiente di diffusione del vapore acqueo in aria, come esposto nei suoi articoli *Sulla evaporazione dell'acqua e sull'assorbimento del vapore acqueo per effetto delle soluzioni saline* del 1881 [85] e *Sulla determinazione del coefficiente di diffusione del vapor acqueo nell'aria, nell'idrogeno e nell'acido carbonico*, del 1882 [88], entrambi pubblicati sui Rendiconti dell'Accademia della Scienze di Torino e l'ultimo recensito e riassunto in BEIBLÄTTER ZU DEN ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE nel 1884.

Oltre che alle due citazioni negli Annalen der Physik, riporto di seguito altre citazioni dei lavori di Guglielmo sul coefficiente di diffusione.

Tabella 3.6: Citazioni di Guglielmo per il valore del coefficiente di diffusione

ANNO	AUTORE	TITOLO	TIPO
1934	David Brunt	Physical and Dynamical Meterology ⁵⁰ p. 421	Trattato
1969	Leonid Andrussow	Viskosität und Diffusion	Trattato
1998	W. J. Massman	A review of the molecular diffusivities of H ₂ O, CO ₂ , CH ₄ , CO, O ₃ , SO ₂ , NH ₃ , N ₂ O, NO, and NO ₂ in air, O ₂ and N ₂ near STP	Articolo ⁵¹
2008	Hudson, Troy Lee	Growth, diffusion, and loss of subsurface ice on Mars : experiments and models. ⁵²	Tesi Phd

Un trattato italiano in cui Guglielmo è ampiamente citato è quello di DONATO SPATARO *Trattato teorico e pratico di idrodinamica*⁵³ del 1915. Prima di passare alle citazioni di Guglielmo mi sembra interessante soffermarsi sull'intento assai ambizioso che l'autore dichiara nella prefazione

Il progresso conseguito in quest'ultimo cinquantennio, e negli ultimi anni con velocità accelerata, e più che il progresso, il rinascere d'uno spirito critico, che vede inceppate le speculazioni del pensiero da tutto un dogmatismo semplicista, ma non meno insufficiente, e che cerca di liberarnele, mi indussero a pensare se non fosse tempo di rivedere anche i principi della Idraulica, e se non fosse utile o necessario di allargare il campo chiuso in cui si è quasi ridotta l'Idraulica, e per cui, forse esageratamente, fu

⁵⁰Viene citato il riassunto su BEIBLÄTTER ZU DEN ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE dell'articolo di Guglielmo.

⁵¹Articolo in Journal: Atmospheric Environment - ATMOS ENVIRON , vol. 32, no. 6, pp. 1111-1127.

⁵²Hudson, Troy Lee, Growth, diffusion, and loss of subsurface ice on Mars : experiments and models, Dissertation (Ph.D.), California Institute of Technology, 2008. La tesi è stata reperita nel sito del Caltech THESIS: is a growing repository of Ph.D., Engineer, Master's and Bachelor's/Senior theses authored by Caltech students.

⁵³DONATO SPATARO *Trattato teorico e pratico di idrodinamica*, Hoepli, Milano, 1915.

tacciata di desolante empirismo.

Ma tutto questo richiedeva un'espansione nei campi della Fisica e dell'Idromeccanica razionale, é piccola é facile; ma indispensabile per ricondurre la meccanica dei fluidi alla sua origine, che è stata insieme teoretica e sperimentale.

Troppo è difatti durato il distacco dell'Idraulica da queste due scienze fondamentali, con la scusa fallace che l'una, la Fisica, ricercando i fenomeni coi mezzi e nella misura che i gabinetti possono dare, nessuna guida poteva offrire per la ricerca dei fenomeni che avvengono in Natura; e che l'altra, l'Idromeccanica razionale, avendo per basi ipotesi restrittive e lontane dalla realtà, non era in grado di darci, facilmente e sempre, una soluzione dei problemi che più interessano la pratica professionale.

Scusa fallace, ho detto avvisatamente, perché non occorre dimostrare quanto immenso contributo abbiano dato alla nostra attuale civiltà le esperienze di laboratorio e le speculazioni di fisica-matematica. Oggidì che, invece d'un ulteriore divisione, di richiede la collaborazione delle scienze, è veramente utile e sarà fecondo rivedere i principi dell'Idraulica coi lumi della Fisica (intesa nel suo più largo significato) e allargarne il campo coi mezzi dell'Idromeccanica razionale: dirò di più, questa espansione si è andata facendo e in Francia e in Germania e in Inghilterra nel campo fisico e matematico, e in Italia per ora nel campo matematico, per opera della scuola di Beltrami, di Volterra, di Tullio Levi-Civita. [...]

Certamente, dato tale programma, sarebbe stato utile richiedere la collaborazione di specialisti; ma questa per ora è impossibile di sperare in Italia, per ragioni che mi dispenso di dire. Ho cercato e cercherò di addossarmi tutta la fatica del lavoro, e forse questo riuscirà più omogeneo: ma io non dispero di avere in qualche parte, l'appoggio di valorosi colleghi.

Questa prefazione mi sembra significativa sia nell'ambito del discorso affrontato riguardo all'approccio teorico e sperimentale, sia perché ci fa capire come Guglielmo rientri nella letteratura di quello che vuole essere un trattato enciclopedico e come fosse uno dei professori degni di nota dell'epoca.

In questo trattato Guglielmo viene citato per un tipo di piezometro a lui riconducibile, che viene annoverato tra i piezometri descritti nei manuali:

Nel 1822 Oersted costruì il piezometro, apparecchio con cui si può esattamente misurare la compressibilità dei liquidi; nei trattati di Fisica sono descritti i piezometri di Colladon e Sturn (1827), di

*Régnault (1848) (di cui si servì il prof. Grassi nelle sue esperienze del 1851), di Jamin, di De Metz (1892), di D'Amagat, di Guglielmo, ecc*⁵⁴

Nel capitolo IV viene anticipato che verranno utilizzate delle esperienze di Guglielmo per provare delle proprietà dei fluidi

*...si vede come l'attrito interno si possa considerare come un fenomeno di vischiosità; esso ha luogo per effetto della mobilità delle varie parti d'una massa fluida e quindi della facoltà che hanno tali parti a scorrere le une sulle altre; inoltre la diffusione del moto ha luogo per la facoltà che hanno alcune parti del fluido di trascinare le parti contigue; infine, cessato lo sforzo, la massa torna tutta quanta in riposo. E tutte queste sono proprietà come abbiamo visto dei corpi vischiosi. Del resto proveremo tali facoltà pei fluidi, con le esperienze del prof. Guglielmo fondate sull'applicazione della suddetta formola (v. pag 130)*⁵⁵

E le pag 130 e 131, a mio avviso, vale la pena riportarle per intero:

Verifica della legge di Newton sullo attrito interno dei fluidi.

130. - E' interessante la immediata verifica della legge di Newton (valevole pure per i gaz), che troviamo fatta dal prof. Guglielmo 1).

In una prima disposizione egli usò due cilindri di legno o di latta di eguale diametro, portati da tubi di ottone poggianti sulle pareti d'una cassa di legno senza coperchio e funzionante da asse. Tra i cilindri era tesa una striscia di carta o di seta senza fine in modo che la parte piana di essa avea le dimensioni di cm. 21 per 35, ossia di cmq. 735.

A distanza di 2 cm. dalla superficie superiore della striscia suddetta, pose un foglio di carta velina delle stesse dimensioni della parte piana della striscia, sostenuto da quattro fili di seta; tale foglio era incollato su un telaio rettangolare formato da quattro lunghi steli di graminacea, divisi per lungo, spianati e incollati. Il peso del foglio era di gr. 2,18.

Ora facendo girare con piccola velocità uno dei cilindri, cioè facendo fare a questo un giro al secondo (a cui corrispondeva la velo-

1) GUGLIELMO. *Sulla misura statica dello attrito interno dei gas*. Atti della R. Acc. dei Lincei, vol. XXI, 1912, pag. 265.

Figura 3.11: Trattato di idrodinamica di Spataro, pag 130

Si vede come un intero paragrafo viene dedicato alla descrizione dell'esperienza di Guglielmo, giudicata molto valida dall'autore per una delle caratteristiche più volte ribadite dei lavori di Guglielmo: la capacità di ottenere dei buoni risultati con apparecchi semplici e poco costosi.

⁵⁴cap. III, pag 52.

⁵⁵cap. IV pag 114.

cità di 38 centimetri al secondo) si provocava lo spostamento del foglio fisso sospeso nel senso del moto di cm. 0,15.

Per la legge di Newton (modificata come si è detto), la forza che sollecita la lamina o foglio sospeso (eliminate le altre cause d'errore, come correnti d'aria, ecc.) e lo sposta dalla sua posizione d'equilibrio, in altri termini, quella che abbiamo chiamato *attrito*, è:

$$F = \eta S \frac{v}{l}.$$

Tale forza si può pure ottenere dalla eguaglianza dei momenti,

$$F L = p \lambda$$

in cui L è la lunghezza dei fili di sospensione, p il peso della lamina sospesa, λ il tratto in cui si è spostata. Avremo quindi

$$F = \frac{p \lambda}{L} = \eta S \frac{v}{l}$$

da cui

$$\eta = \frac{p \cdot \lambda \cdot l}{L S} \cdot \frac{1}{v} = \frac{2^{\text{re}}, 18 \times 980 \times 0,15 \times 2}{113 \times 735 \times 38} = 2,03 \times 10^{-4} \text{ dini.}$$

Valore molto vicino al coefficiente di vischiosità dell'aria trovato con apparecchi ed esperienze più delicate.

Figura 3.12: Trattato di idrodinamica di Spataro, pag 131

La successiva citazioni di Guglielmo, sempre in questo trattato di idrodinamica si trova nel paragrafo dal titolo *Natura della tensione superficiale* dove, l'affermazione:

Gli autori si accordano nel considerare la tensione superficiale dei liquidi come una manifestazione del fenomeno di coesione, ossia di attrazione fra le particelle o le molecole dei liquidi.

è corredata dalla seguente nota:

Ritorna allora la questione che cosa sia quest'attrazione. Va sempre più prevalendo l'ipotesi che essa sia di natura elettromagnetica. GUGLIELMO, Natura elettrica della coesione, N.C. p. 306, 1912; SANFORD, Phys. Review. (2) I.211, 1913; HEILDWEILER, Ann. Der Phys., 30. 33. 37 (1909 a 1912)

Come si può vedere, Guglielmo appare in un riferimento bibliografico per un argomento piuttosto importante, insieme ad autori di Phys. Review. ed Ann. Der Phys.

L'ultimo riferimento a Guglielmo del trattato è in merito al suo metodo per la determinazione della tensione superficiale dei liquidi con il metodo delle gocce cadenti, già introdotto da Hagen ma poi modificato da altri fisici. In particolare Guglielmo propone per via di considerazioni teoriche, una particolare espressione della tensione superficiale della goccia in funzione del peso della goccia, del raggio dell'orifizio di scolo e del raggio di curvatura nel punto più basso della goccia, di cui si parlerà più diffusamente in seguito.

3.4.3 Rassegna dettagliata degli articoli

ELETTRI Tra i primi interessi di Guglielmo, frutto dell'insegnamento del maestro Naccari, ma coltivati poi per tutta la sua carriera scientifica, vi è l'elettrologia con gli studi sulle coppie voltaiche e le loro applicazioni, le forze elettromotrici che ivi hanno sede, l'extracorrente, l'effetto Peltier, la teoria della pila. **CITÀ** Gli articoli classificati nella categoria "Elettricità e Termoelettricità" sono i seguenti:

Tabella 3.7: Articoli di Guglielmo della categoria ELETTRICITÀ e TERMOELETTRICITÀ

ANNO	TITOLO	Rivista
1881	Sulla determinazione delle forze elettromotrici delle coppie voltaiche col metodo di Fuchs	R.A.S.T.
1881	Intorno alla forza elettromotrice delle coppie incostanti (con Naccari)	R.A.S.T.
1881	Sull'uso dell'elettrometro nello studio compiuto delle coppie voltaiche a circuito chiuso	R.A.S.T.
1882	Sull'uso dell'elettrometro nella misura della resistenza dei liquidi col metodo di Mance e con quello di Wheatstone e sulla resistenza di alcune soluzioni alcooliche di potassa	R.A.S.T.
1883	Sulla determinazione della forza elettromotrice e della resistenza delle coppie e della forza elettromotrice di polarizzazione nel caso di correnti intense	R.A.S.T.
1883	Sulla forza elettromotrice e sulla resistenza della scintilla elettrica	R.A.S.T.
1884	Sull'influenza dell'extracorrente nella misura della resistenza delle coppie col metodo del Mance	R.A.S.T.

Tabella 3.7: continua dalla prec

1887	Generalizzazione del ponte di Wheatstone ; Modificazione dell'elettrometro a quadranti	RSI
1887	Sul disperdimento dell'elettricità nell'aria umida	R.A.S.T.
1890	Descrizione d'un elettrometro a quadranti molto sensibile	N.C.
1893	Descrizione d'un elettrometro assoluto esatto e di facile costruzione e di un nuovo metodo per la misura della costante dielettrica dei liquidi	R.A.L.
1910	Sul valore delle componenti la forza elettromotrice delle coppie voltaiche	R.A.L.
1910	Sulla sede della forza elettromotrice delle coppie voltaiche	R.A.L.
1911	Sul valore delle componenti la forza elettromotrice della coppia Daniell	N.C.
1912	Sul valore delle componenti la forza elettromotrice delle coppie voltaiche costanti	R.A.L.
1912	Sul valore delle componenti la forza elettromotrice delle coppie voltaiche costanti e sulla teoria della pila	R.A.L.
1912	Sulla forza elettromotrice di contatto fra due metalli	N.C.
1914	Sulla misura dell'effetto Peltier fra metalli ed elettroliti	R.A.L.

Numerosi sono gli articoli che trattano di particolari galvanometri, ponti di Wheatstone ed elettrometri atti a misurare resistenza di liquidi e soluzioni, costanti dielettriche di liquidi e forze elettromotrici di vari tipi di coppie. Per questi studi, Guglielmo viene citato da Alessandro Amerio nella Commemorazione di Naccari

Col GUGLIELMO studia pure le f.e.m. delle coppie incostanti, perchè polarizzabili, e dimostra, contro i risultati di EXNER, che la f.e.m. delle coppie dipende dalla natura dell'elettrodo positivo, dall'intensità della corrente, ma non dall'ossigeno che questa svolge.

Sono questi fatti che noi ormai conosciamo come fondamentali, e perciò non è piccolo merito l'averli assodati.[1]

In generale questi articoli, anche quelli con date più avanzate, sono studi sperimentali, fatta eccezione di qualche timido tentativo di maggiore teorizzazione come in *Sulla forza elettromotrice di contatto fra due metalli* [166]

dove troviamo l'applicazione di considerazioni di termodinamica alla elettrologia per la determinazione, in una coppia voltaica, della differenza di potenziale (interna) tra un dato metallo e l'elettrolito con cui è a contatto, avendo ipotizzato che la forza elettromotrice risiedesse non nel contatto reciproco dei due metalli ma nel contatto di ciascun metallo con l'elettrolito.

FLUIDI Un'altra categoria costituita da un elevato numero di articoli e coltivata per lungo tempo da Guglielmo, è quella dei Fluidi.

Tabella 3.8: Articoli di Guglielmo della categoria FLUIDI

ANNO	TITOLO	Rivista
1881	Sulla evaporazione dell'acqua e sull'assorbimento del vapore acqueo per effetto delle soluzioni saline	R.A.S.T.
1882	Sulla determinazione del coefficiente di diffusione del vapor acqueo nell'aria, nell'idrogeno e nell'acido carbonico	R.A.S.T.
1882	Sull'uso dell'elettrometro nella misura della resistenza dei liquidi col metodo di Mance e con quello di Wheatstone e sulla resistenza di alcune soluzioni alcoliche di potassa	R.A.S.T.
1887	Sulla pressione delle mescolanze di gas e vapori e sulla Legge di Dalton	RSI
1892	Sulle tensioni di vapore delle soluzioni di zolfo e di fosforo nel solfuro di carbonio	R.A.L.
1892	Sulle tensioni parziali e sulle pressioni osmotiche delle miscele di liquidi volatili	R.A.L.
1892	Descrizione d'un nuovo apparecchio per la misura della compressibilità isentropica ed isotermica dei liquidi e dei solidi	R.A.L.
1893	Descrizione d'un elettrometro assoluto esatto e di facile costruzione e di un nuovo metodo per la misura della costante dielettrica dei liquidi	R.A.L.
1892	Intorno ad una modificazione della legge di Raoult sulla tensione di vapore delle soluzioni	R.A.L.
1897	Sulla velocità molecolare dei liquidi e sulle sue variazioni per effetto della pressione	R.A.L.
1899	Intorno alla dilatazione termica assoluta dei liquidi e ad un modo per aumentare notevolmente l'effetto	R.A.L.
1899	Intorno alla dilatazione termica assoluta dei liquidi e ad un modo per aumentare notevolmente l'effetto / [2.]	R.A.L.

Tabella 3.8: continua dalla prec

1903	Sulla determinazione della tensione superficiale dei liquidi coi metodi delle gocce cadenti e delle bolle gazoze	R.A.L.
1906	Sulla determinazione della tensione superficiale dei liquidi coi metodi delle gocce cadenti	R.A.L.
1907	Sulla relazione fra la tensione superficiale dei liquidi ed il peso delle gocce	Boll. Cultori Scienze mediche e nat.
1909	Sulla condizione d'equilibrio fra una soluzione diluita ed il solvente puro separati da un diaframma semipermeabile o dal vapore del solvente	R.A.L.
1912	Sull'indipendenza della formula di Laplace per la capillarità dalla legge con cui varia la densità nello strato superficiale dei liquidi	R.A.L.
1912	Sulla misura statica dell'attrito interno dei gaz	R.A.L.

Tra Ottocento e Novecento le ricerche sistematiche relative alle proprietà fisiche di liquidi, gas e vapori, ereditate dalla tradizione di ricerca di Regnault che risale già alla prima metà dell'Ottocento, erano ancora di primaria importanza perché spesso legate alle dimensioni dei costituenti fondamentali della materia e alle interazioni a livello microscopico.

Ricordiamo infatti che nonostante la tavola di Mendeléeu fosse stata pubblicata già dal 1869 con i pesi atomici come criterio classificatore, essa era manchevole in diversi aspetti, presentava dei rebus che si sarebbero risolti solo molto più tardi con l'introduzione del concetto di isotopo e incontrava qualche scetticismo perché la stessa concezione atomica della materia, sebbene fosse ormai ampiamente diffusa, essendo essa anche alla base della appena consolidata teoria cinetica dei gas, era ancora al centro dell'attenzione dei fisici: fu solo nei primi anni del Novecento, con la teoria del moto browniano di Einstein e i lavori sperimentali di Perrin, che fu risolta definitivamente la disputa riguardo alla natura di tali enti discreti elementari⁵⁶.

In questo contesto si capisce l'importanza delle ricerche delle evidenze sperimentali di atomi e molecole, delle loro eventuali caratteristiche, in particolar modo peso e dimensioni, mediante "metodi fisici" che affiancassero e completassero quelli chimici.

Guglielmo descrive nei suoi articoli numerose esperienze atte a misurare coef-

⁵⁶Sulle varie posizioni riguardo le ipotesi di struttura dell'atomo si veda [66]

ficienti di diffusione, tensioni superficiali, tensioni di vapore, pressioni osmotiche, pressioni parziali di mescolanze, dilatazioni termiche.

In *Sulla evaporazione dell'acqua e sull'assorbimento del vapore acqueo per effetto delle soluzioni saline*, Guglielmo fa riferimento a dei lavori di Graham⁵⁷ in cui si ipotizza che

l'assorbimento del vapor d'acqua in una soluzione salina debbasi al fatto che la tensione del vapore della soluzione è minore di quella del vapor d'acqua diffuso nell'ambiente. [85]

Nel suo lavoro quindi Guglielmo studia l'andamento della quantità d'acqua assorbita dalla soluzione salina in funzione della tensione del vapor d'acqua della soluzione stessa.

Per far questo si serve dei risultati teorici ottenuti in proposito da Stefan⁵⁸ il quale

studiò teoricamente la evaporazione considerandola come un fenomeno di diffusione del vapore nell'aria, ed eseguì anche alcune esperienze per verificare le leggi ottenute col calcolo. [85]

Nelle sue esperienze Guglielmo verifica contemporaneamente le leggi teoriche di Stefan e la congettura di Graham, dimostrando che

la quantità d'acqua evaporata risulta proporzionale direttamente alla differenza di tensioni spettanti all'acqua e alla soluzione salina, alla temperatura assoluta, alla sezione del tratto d'aria interposto, ed inversamente alla lunghezza di questo. [85]

Guglielmo è consapevole della significatività del valore esatto del coefficiente di diffusione

... il quale ha importanza, oltrechè dal lato teorico, anche per calcolare l'evaporazione e per la determinazione della costante del psicrometro. [88]

Già dal 1829 era stato elaborato da Graham un metodo per determinare il peso molecolare di una specie gassosa in base alla proporzionalità tra energia cinetica molecolare e temperatura, effettuando misure delle velocità di diffusione attraverso fori piccolissimi, dell'ordine di 10^{-4} cm, nelle identiche condizioni sperimentali, di un gas di cui fosse noto il peso molecolare e del

⁵⁷Nota di Guglielmo: GRAHAM, Edinb. Journ. Of Science, XVI, 1828, p. 326.

⁵⁸Nota di Guglielmo: STEFAN, *Versuche über die Verdampfung. Sitzb. der Akad. der Wissensch.*, t. LXVIII, Wien, 1873.

gas di peso molecolare incognito⁵⁹.

In *Sulla determinazione del coefficiente di diffusione del vapor acqueo nell'aria, nell'idrogeno e nell'acido carbonico* [88], quindi Guglielmo, facendo riferimento alla formula di Stefan che forniva il volume di vapore a 0° e 760 mm che attraversa nell'unità di tempo l'unità di superficie di un cilindro, calcola un valore dei coefficienti di diffusione del vapor acqueo nell'aria, nell'idrogeno e nell'acido carbonico. Gli accorgimenti da lui ben descritti per evitare o correggere diverse possibili cause di errore devono essere stati efficaci, visto che il valore di detti coefficienti, come visto nella precedente sezione, è stato più volte citato nel corso della storia nella letteratura scientifica. La citazione più recente risale addirittura al 2008 in una tesi moderna di uno studente di dottorato del California Institute of Technology

The coefficient of mutual diffusion D_{12} has been directly measured from evaporation rates of water into pure gases. Measurements for $H_2O - CO_2$ are reported or compiled by Guglielmo (1882), Winkelmann (1884a,b, 1889), Trautz and Muller (1935a,b), Schwertz and Brow (1951), Rossie (1953), and Crider (1956) in the temperature range 291-373 K at atmospheric pressure. Nagata and Hasegawa (1970) use gas chromatography to determine the diffusivity at 394 K and higher temperatures. The International Critical Tables (Washburn et al., 2003) list $D_{H_2O - CO_2} = (0,1387 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}) (\frac{T}{T_0})^2$, citing experiments by Guglielmo and Winkelmann.

Per capire l'importanza che possono aver avuto gli studi dei fenomeni di diffusione e gli sviluppi di cui essi erano gravidi, si ricorda che in uno dei lavori dell'anno mirabilis di Einstein, intitolato *Una nuova determinazione delle dimensioni molecolari*⁶⁰, con un brillante ragionamento, Einstein dedusse la grandezza delle molecole di zucchero in base alla velocità di diffusione e alla viscosità della soluzione.

Nella introduzione Einstein afferma

⁵⁹Si veda [76].

Alla stessa temperatura le molecole di tutti i gas hanno uguale energia cinetica media:

$$\left(\frac{1}{2}m\bar{v}_1^2\right)_T = \left(\frac{1}{2}m\bar{v}_2^2\right)_T \text{ da cui } \left(\frac{\sqrt{m_1}}{\sqrt{m_2}} = \frac{\bar{v}_2}{\bar{v}_1}\right)_T$$

e ponendo t_1 e t_2 tempi di diffusione del gas 1 e 2 si avrà

$$\left(\frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{M_2}} = \frac{\bar{t}_2}{\bar{t}_1}\right)_T$$

⁶⁰Traduzione dal tedesco di A. Chierico dall'originale *Eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen*, Bern: Buchdruckerei K. J. Wyss, 1906

*Le più antiche determinazioni della vera grandezza delle molecole sono state rese possibili dalla teoria cinetica dei gas, mentre i fenomeni fisici osservati nei liquidi non sono serviti finora per la determinazione delle grandezze molecolari. Ciò dipende senza dubbio dalle difficoltà, finora insormontabili, che si contrappongono allo sviluppo di una teoria cinetico-molecolare dei liquidi che si spinga nei dettagli. In questo lavoro verrà mostrato che la grandezza delle molecole della materia disciolta in una soluzione diluita non dissociata si può individuare dall'attrito interno fra la soluzione ed il solvente puro, e dalla diffusione della materia disciolta nel solvente, se il volume di una molecola di sostanza disciolta è grande rispetto al volume di una molecola del solvente.*⁶¹

Dopo aver fatto diverse considerazioni, Einstein conclude:

*Si può dunque dal coefficiente di diffusione e dal coefficiente di attrito interno del solvente calcolare il prodotto fra il numero N di molecole effettive in una grammo-molecola ed il raggio molecolare P idrodinamicamente efficace.*⁶²

E per effettuare i calcoli, Einstein fa riferimento proprio a quella corrente di studi cui faceva riferimento anche Guglielmo:

*Secondo gli esperimenti di Graham (calcolati da Stefan) il coefficiente di diffusione dello zucchero in acqua a $9,5^\circ\text{C}$ è $0,384$, se si prende il giorno come unità di tempo.*⁶³

Ora mi ricollego alla mancanza, accennata da Einstein, di una teoria cinetico-molecolare dei liquidi, per menzionare il lavoro di Guglielmo *Sulla*

⁶¹Traduzione dal tedesco di A. Chierico dall'originale *Eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen*, Bern: Buchdruckerei K. J. Wyss, 1906.

⁶²Con l'espressione "idrodinamicamente efficace", Einstein si riferisce al fatto che la molecola di zucchero in soluzione impedisce la mobilità dell'acqua immediatamente circostante (interpretazione data in seguito a valori trovati di attrito interno) e

cosciché una quantità di acqua, il cui volume è all'incirca il triplo del volume della molecola di zucchero, è incatenato alla molecola di zucchero. Possiamo quindi dire che una molecola di zucchero disciolta (o risp. la molecola fissata assieme all'acqua) si comporta, in senso idrodinamico come una sfera di volume $2,45 \cdot 342/N\text{cm}^3$ dove 342 è il peso molecolare dello zucchero ed N il numero effettivo delle molecole in una grammo molecola.

⁶³ibidem

velocità molecolare dei liquidi e sulle sue variazioni per effetto della pressione [125], che rappresenta uno sforzo dell'autore nel tentativo di cimentarsi in tali lacune, seppure con una "teoria quasi abbozzata":

La velocità molecolare dei liquidi e le sue variazioni per effetto della pressione e della temperatura costituiscono un elemento essenziale dei fenomeni che si producono in essi; il determinare come varino le proprietà dei liquidi quando varia la velocità delle molecole mentre rimane costante la distanza e la distribuzione relativa di esse, e reciprocamente, fornirebbe dati molto importanti per la teoria completa dei liquidi. Ho cercato di dedurre questa velocità da fenomeni diversi, di qualcuno dei quali ho dato così una spiegazione che credo nuova e che è confermata dai risultati. Se si considera che i valori di tale velocità sono ottenuti indirettamente, con una teoria appena abbozzata, senza uso di costanti empiriche che obblighino la teoria ad accordarsi coll'esperienza in un certo numero di casi, si troverà che essi valori sono abbastanza soddisfacenti e lascino sperare un migliore accordo con uno studio ulteriore e più completo dell'argomento.[125]

Guglielmo passa quindi all'applicazione della sua ipotesi a differenti fenomeni, deducendo coerentemente l'espressione e il valore per la velocità molecolare nei liquidi. Un caso discusso è quello della variazione della tensione di vapore di un liquido in un tubo capillare, a parità di temperatura, in funzione della forma della superficie liquida, per cui si ha una tensione di vapore minore rispetto a quella di una superficie piana nel caso di superficie concava, e una tensione di vapore maggiore nel caso di una superficie convessa; motivo per il quale in vasi comunicanti di cui uno sia capillare, come già osservato da Lord Kelvin, è necessario un dislivello tra i due rami affinché la pressione idrostatica dovuta al peso della colonna di vapore interposta, compensi la differenza di tensione di vapore.

La spiegazione di questo fenomeno, che tuttora trovasi nei manuali, è dovuta a Stefan e si basa sulla differente attrazione esercitata dalle molecole del liquido sulle molecole del vapore vicine alla superficie: maggiore per una superficie concava e minore per una convessa. Guglielmo dubita che la spiegazione di Stefan sia esaustiva e ne propone una tutta sua:

Una ragione molto probabile, e suscettibile di conferma sperimentale, del fenomeno in discorso, sta in ciò che nel livello più alto la pressione idrostatica essendo minore che nel livello più basso, sarà minore anche la velocità delle molecole del liquido, e quindi anche minore il numero di molecole che escono dal liquido nell'unità di tempo, e siccome questo è uguale al numero di molecole di

vapore che cadono su di esso liquido, ne risulta che sarà minore la tensione di vapore.[125]

Con questi presupposti e ammettendo che ci sia proporzionalità diretta tra pressione cinetica e tensione di vapore, Guglielmo ottiene che la velocità molecolare del liquido è uguale a quella del suo vapore alla stessa temperatura. Su questa conclusione è d'accordo C. Del Lungo, come si evince dalla recensione del suo articolo *Über die Dichte der Flüssigkeiten und der gesättigten als Funktion der Temperatur*⁶⁴ su Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie 1898

Der Verf. nimmt mit G. an, dass die mittlere Molekulargeschwindigkeit von Flüssigkeit und dampf bei gleicher Temperatur dieselbe ist, und lässt ferner für die Verteilung der Geschwindigkeiten in der Flüssigkeit ganz wie im Dampfe das Maxwell'sche Gesetz gelten.

Ossia

L'autore assume con Guglielmo che la velocità molecolare media del liquido e del vapore è la stessa alla stessa temperatura, e anche che è possibile applicare alla distribuzione delle velocità nel liquido come nel vapore, la legge di Maxwell.

In maniera analoga, applicando la suddetta proporzionalità tra pressione e velocità molecolare, Guglielmo analizza l'influenza della pressione sulla temperatura di fusione e alcuni fenomeni di osmosi. In quest'ultimo caso si arriva a determinare l'espressione della velocità molecolare per soluzioni concentrate, che porta a valori che variano poco con la concentrazione e che sono di circa 250 m/s per il solfuro di carbonio, 400 m/s per l'etere e per la benzina, 270m/s per il cloroformio.

Nell'articolo *Sulla condizione di equilibrio fra una soluzione diluita ed il solvente puro separati da un diaframma semipermeabile o dal vapore del solvente* [158], del 1909, Guglielmo analizza le condizioni di equilibrio fra solvente e soluzione separati da una superficie semipermeabile, facendo riferimento a "due relazioni ottenute dal Wan der Waals e riferite nel suo celebre trattato".

La conseguenza a cui approda Guglielmo con le sue considerazioni è una spiegazione della natura della forza di coesione.

⁶⁴DEL LUNGO C. *Über die Dichte der Flüssigkeiten und der gesättigten als Funktion der Temperatur* R.A.L. (5) 7 1. Sem p 353-358.

In una soluzione diluita l'attrazione del corpo disciolto pel solvente è uguale alla pressione del corpo disciolto considerato come un gaz e quindi a temperatura costante non dipende che dal numero delle molecole di questo per cm^3 e non dal peso molecolare del corpo disciolto né da quello del solvente e cresce proporzionalmente alla temperatura assoluta.

Questa indipendenza dell'attrazione molecolare dalla massa delle singole molecole che si attirano, appare strana se tale attrazione si considera come un caso particolare della gravitazione universale, ma siccome l'effetto di questa è noto e non basta, di gran lunga, a dar conto degli effetti della coesione, non rimane per spiegare questa, altra causa nota che l'attrazione tra le cariche elettriche delle molecole convenientemente orientantisi nonostante il loro movimento. In tale ipotesi l'attrazione non dependerebbe affatto dal peso delle singole molecole ma bensì dal loro numero, che determina la quantità delle masse elettriche agenti e la loro distanza.

Guglielmo ritiene che si possa in questo modo spiegare perchè l'attrazione nella coesione sia "insensibile a distanza apprezzabile": ipotizzando che le masse elettriche di ciascuna molecola siano uguali, contrarie e vicinissime, le loro azioni si elidrebbero a distanze apprezzabili. Inoltre

La suddetta indipendenza dell'attrazione dalla massa serve altresì a spiegare l'uguaglianza della tensione di vapore di soluzioni equimolecolari di corpi diversi nello stesso solvente; tuttavia essa non va intesa che approssimativamente e nelle condizioni per le quali fu ottenuta.[158]

Nelle due note intitolate *Sulla determinazione della tensione superficiale dei liquidi coi metodi delle gocce cadenti e delle bolle gazoze*, del 1903 e del 1906, [147] [154] e in *Sulla relazione fra la tensione superficiale dei liquidi ed il peso delle gocce* del 1907,[155], Guglielmo corregge la formula allora in uso per ricavare il valore della tensione superficiale di un liquido mediante misura del peso delle gocce che pendono e si staccano dall'estremità d'una pipetta. Guglielmo ritiene infatti che la formula non sia adeguata perchè nelle condizioni di equilibrio non terrebbe conto della pressione nell'interno della goccia, che secondo Guglielmo certamente contribuirebbe a mantenere o distruggere tale equilibrio.

Il valore di tale peso P, è determinato da Guglielmo con una sua teorizzazione che prevede la suddivisione delle gocce in base alla grandezza per una

differente modellizzazione con assimilazione a diverse forme geometriche: le gocce molto piccole assimilabili a sfere, le gocce medie e grandi considerate come composte di due parti: una inferiore approssimativamente emisferica ed una superiore quasi conica.

Calcolando il valore di P per gocce fittizie, di forme diverse da quelle reali ma geometricamente più semplici, ottenni per le gocce o bolle piccole o di media grandezza tra quelle possibile, un'espressione del valore di T che non richiede nessuna modificazione del metodo sperimentale (il cui pregio fondamentale è forse appunto la facilità) e che è pure molto facilmente calcolabile.

Tale espressione di T in funzione del peso della goccia, del raggio r dell'orifizio di scolo e del raggio di curvatura R nel punto più basso della goccia, è esattamente quella riportata da Spataro nella citazione di Guglielmo nel suo Trattato di Idrodinamica del 1915⁶⁵.

Nelle due note *Sulle tensioni parziali e sulle pressioni osmotiche delle miscele di liquidi volatili* [107], del 1892, Guglielmo descrive le esperienze da lui ideate per poter estendere anche a miscele di due liquidi volatili, quelli che erano i metodi noti con soluzioni diluite di soluti non volatili, per la determinazione del peso molecolare del corpo disciolto.

Applicando la legge di Raoult (1885) si dimostra infatti che la diminuzione relativa della tensione di vapore che subisce un liquido per lo scioglimento in esso di un soluto non volatile, è proporzionale alla frazione molare del soluto. Con misure di pressioni di vapore del solvente puro e della soluzione, e conoscendo la massa di solvente e soluto, è allora possibile determinare il peso molecolare del soluto⁶⁶. Osserva Guglielmo

Ragionamenti ed esperienze furono fatte fin adesso solo nel caso di una sostanza fissa disciolta in un liquido volatile. È facile dimostrare che i ragionamenti possono essere resi validi anche nel caso delle mescolanze di due liquidi volatili e che quindi sono valide anche in questo caso le conseguenze che se ne deducono.[107]

Inoltre in nota Guglielmo osserva:

Leggendo gli ultimi fascicoli dei giornali, trovo, nel fascicolo di luglio del Zeitschrift für physik Chemie una memoria di Nerst nella quale si stabilisce, in modo diverso da quello da me eseguito, una formula per le tensioni delle miscele di liquidi volatili.[107].

⁶⁵Si veda la sezione delle citazioni.

⁶⁶Silvestroni P., Fondamenti di chimica, pag 219-220.

Ciò che un'altra volta ci conferma che molte esperienze di Guglielmo erano ancora "scienza viva", non meri esercizi di laboratorio.

Altre sistematiche misure di tensioni di vapore vengono eseguite da Guglielmo in *Sulle tensioni di vapore delle soluzioni di zolfo e di fosforo nel solfuro di carbonio*, 1893 [106], riassunto in *Beiblätter zu den annalen der physik und chemie*, 1893 e 1896 (*Ueber che Dampfdrucke der Lösungen von Schwefel und Phosphor in Schwefelkohlenstoff*)

Siccome la conoscenza della tensione di vapore delle soluzioni ha acquistato una speciale importanza per effetto della legge di Raoult, e della relazione che essa tensione ha colla pressione osmotica, e col peso molecolare della sostanza disciolta, ho creduto opportuno di estendere un poco tali misure della tensione

...

Così in questo articolo Guglielmo arriva a concludere che lo zolfo allo stato di soluzione abbia le molecole composte di 8 atomi, e che la molecola di fosforo sia composta di 4 atomi, proprio come oggi noi sappiamo essere.

Sempre di tensioni di vapore tratta l'articolo *Intorno ad una modificazione della legge di Raoult sulla tensione di vapore delle soluzioni* del 1892, [114] dove Guglielmo propone una modificazione della legge di Raoult (1885) per i casi di miscele non ideali che deviavano quindi dal comportamento previsto dalla legge.

Un articolo che può essere considerato appartenente a questa categoria e che ha suscitato apprezzamento da parte delle commissioni di concorso è *Sul disperdimento dell'elettricità nell'aria umida*, del 1887, [100] dove Guglielmo, dopo una rassegna sintetica ma precisa degli esperimenti effettuati fino a quel momento sull'argomento, perviene a dei risultati che in alcuni casi sono in contraddizione con le conclusioni dei suoi predecessori.

Guglielmo fa una distinzione tra esperimenti con elettricità a basso potenziale, nei quali si cimentarono Thomson, Blake e Luvini trovando che l'aria umida è così buon isolante come la secca, come confermato da Guglielmo; ed esperimenti con elettricità a potenziale elevato, per le quali vengono citati Munck af Rosenchold, Hittorf, Marangoni e Blake. Le esperienze di Hittorf e di Marangoni vengono considerate da Guglielmo "non decisive" e si esprimono dei dubbi sul loro procedimento. Invece i risultati delle esperienze di Munck e di Blacke, cioè che l'aria umida isola perfettamente l'elettricità a potenziale elevato, sono in contraddizione con i risultati delle esperienze di Guglielmo.

Egli esegue due tipi di esperienze: con la bottiglia di Leida e con la bilancia di Coulomb.

Il primo metodo non è molto preciso “e non è neppure d’un uso comodo”: esso consiste nel misurare, caricata a un dato potenziale iniziale costante la bottiglia, la lunghezza della scintilla: in tutte le esperienze risultò che mentre per effetto del vapore la lunghezza della scintilla si riduceva ad uno o due millimetri, nell’aria essa diminuiva solo di qualche decimo di millimetro. Guglielmo ne deduce che il disperdimento della carica è maggiore nell’aria umida che nella secca.

Con la bilancia di Coulomb, Guglielmo osserva la variazione della torsione del filo, in presenza, per un certo tempo, di aria secca e poi di aria umida. “Questo metodo permette di scorgere differenze lievi nel potere isolante dell’aria secca e dell’aria umida”. Il risultato di queste esperienze è che

... l’aria umida isola così bene come la secca conduttori a potenziali inferiori a circa 600 volt, ma che per potenziali più elevati il disperdimento nell’aria umida è maggiore che nella secca e tanto maggiore quanto più il potenziale è elevato ed il vapore vicino al punto di saturazione. Non pare che abbia influenza la quantità di vapore.

OTTICA Principalmente su strumenti e sul loro metodo di efficace utilizzo vertono gli articoli del settore dell’ottica, che vengono riportati di seguito:

Tabella 3.9: Articoli di Guglielmo della categoria OTTICA

ANNO	TITOLO	Rivista
1890	Intorno ad un modo per aumentare notevolmente la dispersione degli spettroscopi a prismi	R.A.L.
1906	Intorno ad alcune modificazioni del cannocchiale a doppio campo e del gnomone	R.A.L.
1909	Intorno ad alcune applicazioni di un prisma isoscele ad inclinazione costante	R.A.L.
1910	Applicazioni di un prisma a riflessione	NC
1914	Intorno ad un condensatore sferico o conico per l’illuminazione laterale dei microscopi	R.A.L.
1914	Sull’uso dei reticoli concavi di diffrazione con lo spettrometro (2 note)	R.A.L.
1914	Sull’uso dei reticoli di diffrazione nella misura della dilatazione termica od elastica dei cristalli (2 note)	R.A.L.

Qli ultimi due articoli sono tra quelli classificati applicativi-teorici. Entrambi infatti sono suddivisi in due Note: una relativa alla disposizione meccanica e alla modifica dello strumento, l'altra dedicata alla giustificazione teorica della disposizione adottata, mediante dimostrazioni matematiche basate principalmente su considerazioni di geometria generale, di geometria analitica e di trigonometria.

Nel primo dei due articoli, la ricerca di una disposizione differente da quella di uso comune per reticoli e spettrometro nasce ancora una volta da un'esigenza pratica. È interessante leggere le motivazioni:

Avendo da molto tempo acquistato un buon reticolo di Rowland, concavo, di 3 metri di raggio di curvatura, dovetti lungamente contentarmi di usarlo come strumento di dimostrazione e non di misura, perché né i mezzi, né il locale di cui potevo disporre mi consentivano né di acquistare né di usare, qualora l'avessi acquistato, l'apparecchio completo di Rowland.

Inoltre, avendo recentemente eseguito misure dello spostamento che subiscono le righe dei vari spettri quando varia la temperatura, e quindi varia la distanza delle righe del reticolo, nel ricercare le condizioni e gli spettri che meglio si prestavano a queste misure ebbi da incontrare non poche difficoltà, sia nello stabilire per tentativi quelle esatte condizioni che si ottengono meccanicamente coll'apparecchio di Rowland, sia perché ad ogni nuova disposizione ero costretto a spostar mobili e strumenti per far posto all'oculare e all'osservatore, e, ciò nonostante, l'oculare capitava spesso in posizioni tali da render l'osservazione molto incomoda e, perciò, facilmente non esatta.[171]

Guglielmo adotta allora una disposizione particolare nella quale il punto medio del reticolo e quello della fessura devono trovarsi sopra una circonferenza con diametro pari al raggio di curvatura del reticolo. In questo modo tutti gli spettri di vario ordine si collocheranno su questa circonferenza e con opportuni metodi, prima fotografando lo spettro e poi, collocata a posto la riproduzione, fotografandola con un obiettivo collocato al posto del reticolo, si può "ridurre normale" lo spettro così ottenuto.

Nella seconda nota troviamo quattro pagine di formule matematiche in cui Guglielmo, basandosi sulla "teoria dei reticoli concavi quale viene esposta dal Kayse (Handbuch der Spectoscopie) dal Battelli e Cardani (Trattato di fisica Vol II)" cerca di giustificare teoricamente la disposizione da lui adottata. Egli ci riesce con qualche approssimazione, come è suo solito: lui stesso riconosce il ragionamento "poco rigoroso, per effetto della estrazione approssimata del-

la radice”.

TECNICA DEL VUOTO Tra gli apparecchi che non potevano mancare in un Gabinetto di fine Ottocento vi erano le pompe da vuoto, perchè la capacità di fare il vuoto era fondamentale per la ricerca di quel periodo, soprattutto per lo studio delle scariche nei gas rarefatti e poi dei raggi X. A tal proposito così dice Segre

lo sviluppo della tecnica del vuoto ha dominato lo studio degli atomi per oltre cento anni. Ognuno dei progressi principali raggiunti nelle nostre conoscenze dell'atomo è connesso con un progresso nella tecnica del vuoto e questo sarebbe uno dei temi più interessanti da sviluppare perché mostra in modo chiaro la relazione tra idee e strumenti così caratteristica della fisica.[74]

Guglielmo si tiene al passo con i tempi, costruendosi personalmente (compresa la lavorazione del vetro) alcune pompe pneumatiche e modificando quelle presenti in commercio.

Nel Gabinetto di Fisica di Cagliari sono presenti pompe a stantuffo con date di inventario anteriori agli anni Settanta dell'Ottocento. Con questa tipologia di pompe, il cui primo prototipo si può far risalire all'apparecchio, poco più di una siringa, della famosa spettacolare esperienza di Otto von Guericke del 1567 a Magdeburgo, in cui due pariglie di cavalli non riuscivano a separare la coppia di emisferi tra cui era stata prelevata l'aria⁶⁷, non potevano raggiungere pressioni inferiori a qualche decina di millimetro di mercurio. Tale limite era imposto dallo spazio nocivo, ossia dall'aria che inevitabilmente rimaneva nello spazio compreso tra la base dello stantuffo e la base del cilindro e tra l'orlo dello stantuffo e le pareti, e dalla bassa tenuta unita all'emissione di vapori da parte delle guarnizioni.

A partire dalla seconda metà dell'Ottocento fino ai primi del Novecento, le pompe più utilizzate ed efficaci furono quelle a mercurio, lente nel funzionamento ma capaci di ottenere in linea di massima vuoti più spinti di quelli ottenuti con le pompe a stantuffo.

Tra i modelli più diffusi vi erano le pompe di Geissler e le pompe di Sprengel: a questi tipi di macchine pneumatiche fanno riferimento gli articoli di Guglielmo, insieme alle pompe di Töpler, probabilmente meno diffuse a giudicare dalle scarse notizie reperite su di esse anche nei manuali dell'epoca, ma più volte menzionate da Guglielmo.

La pompa di Geissler era basata sul principio dei vasi comunicanti e sul

⁶⁷I cosiddetti emisferi di Magdeburgo erano da allora presenti in quasi tutti i Gabinetti, compreso quello di Cagliari: [26], Meccanica inv. n. 48.

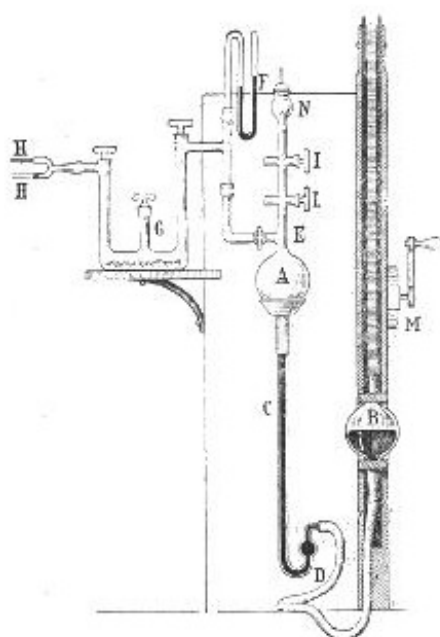


Fig. 72

Figura 3.13: Pompa di Geisler [24]

movimento alternato di una colonna mobile di mercurio tra due palloni, uno fisso, A, e l'altro mobile, B; portando in alto il pallone mobile B mediante la manovella M, il mercurio invade il pallone A, costringendo l'aria ivi contenuta a uscire attraverso LIN. Chiusi dunque i rubinetti I ed L e abbassato il pallone B, il mercurio defluisce da A verso B, lasciando una depressione in A che, aperto il rubinetto E, in comunicazione con i tubi da vuotare innestati in H, fa sì che venga aspirata l'aria dai recipienti da vuotare. Ripetendo più volte queste operazioni si ottenevano rarefazioni dell'ordine di un decimilionesimo della pressione atmosferica normale.[24]

Nella pompa di Sprengel, ideata da Hermann Sprengel a Londra nel 1865, le goccioline di mercurio, cadendo in un lungo tubo capillare, trascinano via il gas da evacuare dal bulbo B e quindi dal contenitore R. Raccolto nel recipiente in basso, il mercurio viene poi riportato nella riserva. Un manometro M permette di misurare la pressione in R. Il contenitore R può anche comunicare con un tubo che contiene anidride fosforica per assorbire il vapore acqueo e con un altro tubo contenente zolfo e selenio per assorbire i vapori di mercurio.

La velocità, la semplicità e l'efficienza della pompa Sprengel determinarono la sua diffusione.

Il primo modello di Sprengel evacuava un contenitore da mezzo litro in 20 minuti. Con varie migliorie il dispositivo fu reso in grado di ridurre la pressione a meno di 1 mPa.

William Crookes usò pompe di Sprengel in serie per i suoi studi sulle scari-

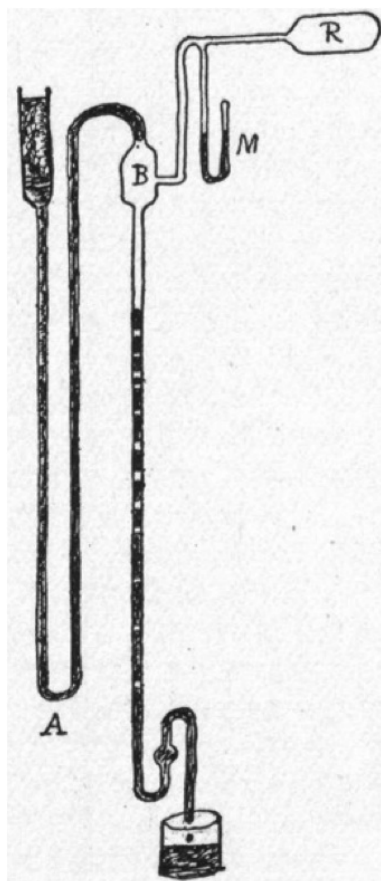


Figura 3.14: Pompa di Sprengel

che elettriche; William Ramsay le usò per isolare i gas nobili e Swan e Edison le usarono per evacuare le loro nuove lampadine a filamento di carbonio.

L'utilizzo di tali pompe suggeriva poi delle modifiche, alcune delle quali, come quelle di Bessel-Hagen, divennero di uso corrente e adottate in produzione; altri accorgimenti e miglioramenti, pur non ottenendo la stessa notorietà, circolavano, tramite le pubblicazioni, tra i Gabinetti, alimentando riflessioni e ulteriori idee e contribuendo, passo dopo passo, al progresso della strumen-

tazione anche nei laboratori con poche risorse⁶⁸ Si riportano di seguito gli articoli di Guglielmo sulla tecnica del vuoto:

Tabella 3.10: Articoli di Guglielmo della categoria TECNICA DEL VUOTO

ANNO	TITOLO	Rivista
1884	Intorno ad alcune modificazioni delle pompe pneumatiche a mercurio	R.A.S.T.
1890	Modificazioni della pompa di Sprengel	R.A.L.
1892	Descrizione di alcune nuove pompe a mercurio	R.A.L.
1897	Intorno ad alcune nuove forme di pompe di Sprengel e ad alcune forme semplici di tubi Rontgen	R.A.L.
1898	Intorno ad alcune modificazioni delle pompe di Geissler	R.A.L.

Negli articoli di Guglielmo tra gli accorgimenti più significativi troviamo l'introduzione nella pompa di Geissler di una chiavetta costruita da Guglielmo, basata sul principio della chiavetta di Babinet, con cui si rende praticamente nullo il rientro d'aria dall'esterno. Dice Guglielmo:

Per quanto abbia cercato, non ho trovato nessuno che abbia proposto questa modificazione né l'abbia applicata

Sia per le pompe di Geissler che per quelle di Töpler, propone la sostituzione del lungo tubo dritto di ferro o di vetro, con uno di vetro più corto unito a uno di gomma, avendo con la forma di questi ovviato all'inconveniente della risalita dei vapori della gomma.

Ciò riduce l'altezza della parte rigida della pompa da 1 metro a 20 o 30 cm, rende la pompa più comoda, meno fragile, e ne rende più facile e meno pericolosa la spedizione e quindi la riparazione in caso di rottura.

⁶⁸Si veda ad esempio FEDERICO R., *Una nuova pompa a mercurio*, riportato nell'apposita sezione sulle citazioni di Guglielmo:

Il Prof. Guglielmo in una Nota ha descritto una sua pompa a vuoto barometrico, la quale permette di arrivare a grandi rarefazioni difficilmente raggiunte dalle migliori pompe a caduta. Il principio su cui si fonda l'apparecchio, è quello di scacciare l'aria aspirata dal pallone in cui si fa il vuoto barometrico, non direttamente nell'aria atmosferica, - come avviene nelle altre pompe a vuoto barometrico - ma in un ambiente ove la pressione è già inferiore al millimetro. Ma tale pompa pel suo funzionamento richiede la manovra di due rubinetti, i quali - come è noto - portano seco non lievi inconvenienti. Lo scopo che mi sono proposto è stato appunto quello di costruire una pompa, che fondandosi sul principio di quella di Guglielmo, fosse senza rubinetti.

Per economia di mercurio e per facilità di costruzione, inoltre introduce palloni di piccola capacità: 300 cm^3 ma anche talvolta 100 cm^3 , contro gli usuali palloni di 1 litro.

I palloni più grandi richiedono maggior tempo per riempirsi e vuotarsi di mercurio, ed a causa della grande massa di mercurio, richiedono molta cura per evitare urti pericolosi, ciò che diminuisce la rapidità dell'operazione; inoltre gl'inconvenienti nel caso di rotture crescono in proporzione della quantità di mercurio adoperata[...]. Tuttavia non pretendo che le pompe con palloni piccoli agiscano meglio, ma solo che gl'inconvenienti che esse presentano non sono grandi nè sono senza compensi.

E il compromesso tra non grandi inconvenienti e bassi costi è una costante dell'attività di Guglielmo, che tuttavia con queste pompe da vuoto e con i tubi da lui costruiti riesce a ottenere “con molta prontezza e facilità le rarefazioni occorrenti per le produzioni dei noti fenomeni di Hittorf e Crookes nel passaggio delle scariche elettriche nei gas rarefattissimi”; e anche “abbondante produzione di raggi Röntgen”, permettendogli così di partecipare ad alcune delle più attuali ricerche di quegli anni.

RAGGI CATODICI
RAGGI X
Questi studi, come noto, riguardavano il comportamento dei raggi X e dei raggi catodici, sulla cui natura nacque un dibattito a fine Ottocento che, tra tante diatribe, porterà poi J.J.Thomson nel 1897 alla scoperta dell'elettrone. I “corpuscoli” costituenti i raggi, “tangibili atomi di elettricità”, uguali indipendentemente dalla natura dei catodi e del gas studiato, vengono interpretati da Thomson come atomi primordiali, l'aggregazione dei quali avrebbe dato origine agli atomi chimici.

Si inizia ad avere forte sospetto di una complessità interna di quelli comunemente chiamati “atomi chimici” e questo anche per valori sperimentali trovati da Lenard di libero cammino medio di tali corpuscoli primordiali di gran lunga superiori ai valori di libero cammino medio delle particelle (atomi chimici) secondo la teoria cinetica. Tuttavia l'ipotetica struttura dell'edificio atomico appare ancora molto nebbiosa insieme al tipo di interazione che dovrebbe sussistere tra i suoi costituenti. Leggiamo in Thomson, 1897

Se noi guardiamo all'atomo chimico come all'aggregazione di un numero di atomi primordiali, il problema di trovare le configurazioni di equilibrio stabile di un numero di particelle agenti l'un l'altra in accordo a qualche legge di forza - sia essa quella di

*Boscovich, [...] - è di grande interesse in connessione con la relazione tra le proprietà di un elemento e il suo peso atomico.*⁶⁹

Guglielmo si inserisce in questo contesto con studi aggiornati di tutti i più recenti risultati, con cognizione storica e citazioni dei più autorevoli lavori sull'argomento, come quelli di J.J. Thomson, di Willy Wien, di Eugene Goldstein, di Philipp Lenard.

Si riportano di seguito gli articoli di Guglielmo sulle scariche nei gas rarefatti.

Tabella 3.11: Articoli di Guglielmo della categoria SCARICA NEI GAS RAREFATTI, RAGGI CATODICI, RAGGI X

ANNO	TITOLO	RIVISTA
1884	Sul riscaldamento degli elettrodi prodotto dalla scintilla d'induzione nell'aria molto rarefatta	R.A.S.T.
1884	Sul riscaldamento degli elettrodi prodotto dalla scintilla d'induzione nell'aria molto rarefatta	R.A.S.T.
1884	Sul riscaldamento degli elettrodi prodotto dalla scintilla elettrica (con Naccari)	R.A.S.T.
1885	Sul riscaldamento degli elettrodi nell'aria molto rarefatta : appendice alla nota (con Naccari)	N.C.
1898	Sui raggi catodici, sui raggi Rontgen e sulla grandezza e la densità degli atomi	R.A.L.
1899	Sui raggi catodici, sui raggi Rontgen e sulle dimensioni e la densità degli atomi	R.A.L.

Come già esposto in questa tesi, mentre i primi quattro presentano un approccio molto sistematico che rifugge da qualsiasi interpretazione di fondo sulla Natura, gli ultimi due azzardano ragionamenti teorici fondati sui dati sperimentali ottenuti:

Ammesso che i raggi catodici siano costituiti da particelle esilissime dotate di grandissima velocità, il fatto che esse possono attraversare un corpo solido, liquido o gassoso di conveniente spessore senza essere deviate e senza diminuire di velocità, fornisce la prova più diretta della costituzione atomica della materia e dà un modo diretto e semplice per determinare, se non la grandezza vera degli atomi, almeno un limite superiore di questa grandezza, molto più approssimato che non cogli altri metodi.[126]

Guglielmo propone degli esperimenti che potessero rivelare alcune caratteristiche di questi misteriosi atomi:

⁶⁹THOMSON J. J. , *Cathode Rays*, Philosophical Magazine, 44, 293, 1897.

... niente prova che queste particelle abbiano un contorno determinato, durezza ed altre qualità simili a quelle dei corpi sensibili, ed anzi appare sempre più probabile che esse siano costituite da centri di forza o di movimento. [...]

Se gli atomi fossero centri di forza o di movimento, senza contorni definiti, le loro dimensioni sarebbero indeterminate, ma la determinazione delle dimensioni supposte, con vari mezzi, potrebbe dare l'idea del campo d'azione a varie distanze; se invece gli atomi avessero un nucleo a contorni definiti ma tuttavia fossero circondati, come è molto probabile, da un intenso campo d'azione (tale da far cambiare di senso entro un breve spazio la grandissima velocità delle molecole), noi potremmo determinare la dimensione di questo nucleo solo quando disponessimo d'un mezzo che non fosse soggetto a tale azione, ma avremmo dei risultati tanto più prossimi al vero quanto meno soggetto fosse esso mezzo all'azione suddetta. Sotto questo rispetto i raggi catodici che muovendosi con velocità enorme subiscono tale azione per un tempo minimo, sarebbero in condizioni favorevoli all'esattezza della misura, e tanto più favorevoli quanto maggiore fosse la velocità stessa.[126]

Consapevole della portata della scoperta di Lenard della dipendenza del potere di assorbimento per i raggi catodici da parte dei corpi unicamente dalla loro densità e non dalla loro natura, ciò che faceva pensare a qualcosa di fondamentale, Guglielmo utilizza un ragionamento geometrico per ricavare la proiezione su una superficie piana della somma dei volumi occupati dalle molecole in un dato volume di gas. Legando questo dato all'intensità del fascio incidente e del fascio uscente fa una stima del raggio della sezione di quelli che lui chiama ora atomi, ora nuclei, ma che individua in costituenti che hanno lo stesso peso in tutti i corpi, la stessa sezione in tutte le direzioni e sono quindi probabilmente identici in tutti i corpi.

Guglielmo evita consapevolmente le complicazioni legate all'individuazione di una struttura interna dell'atomo, argomento già oggetto di studio dei suoi contemporanei, insieme al rebus della distribuzione in esso delle cariche elettriche:

L'ammettere poi che queste forze si sviluppino (come nell'urto dei corpi) al contatto dei due atomi, introduce la necessità di indagare la struttura dell'atomo tale da sviluppare tali forze, e conduce quindi ad un problema insolubile, mentre il considerare l'atomo come un centro di forza lascia sperare che determinandone il campo si possa trovarne la causa.[126]

Ma l'idea più originale di questi articoli, nonostante le mancanze dell'autore, è l'intuizione di poter utilizzare per lo scattering i raggi catodici. Detti Q e Q' le intensità dei fasci incidente e uscente e σ la sezione di un "nucleo"

Usando un fascio composto di varie specie di raggi catodici e misurando i valori totali di Q e Q' si avranno per valori compresi tra i valori estremi e quindi ammissibili.[...]. Il determinare i valori di σ corrispondenti a raggi catodici di diverse e note velocità, come pure il determinare la proporzione dei raggi catodici d'una stessa velocità nota che vengono deviati di angoli determinati, può dare un'idea del modo come varia l'intensità del campo d'azione dell'atomo a varie distanze dal suo centro. [126]

Guglielmo partecipa poi anche alla vivissima discussione dell'epoca sulla natura dei raggi X e si schiera a favore della natura ondulatoria di questi ultimi. L'impossibilità della loro natura corpuscolare, nonostante alcune analogie con i raggi catodici, quali l'assenza di polarizzazione e di interferenza, è sostenuta da Guglielmo sulla base della loro completa deviazione dal comportamento previsto dalla legge di assorbimento, ormai collaudata per "raggi particellari".

La maggior parte degli articoli di Guglielmo tratta di strumenti, di apparecchi da lui costruiti o perfezionati o di cui si illustrano modalità di utilizzo innovative. Molti di questi articoli sono stati inclusi nelle categorie relative al campo di applicazione dello strumento. Per quanto riguarda invece gli articoli su strumenti utilizzati in più ambiti, o che non sono strettamente legati ad un campo preciso come un elettrometro lo è al settore "Elettricità", è stata costituita una categoria a parte denominata "Strumenti vari", che include bilance, volumetri, sferometri, pendoli, strumenti per l'esatta verifica dell'ora. . . . Tra questi sono stati inclusi anche gli aerometri e gli igrometri, che forse si sarebbero potuti includere nella categoria "Fluidi", e i barometri, pure includibili nella categoria "Fluidi" o, qualora si tratti di misure di pressione atmosferica, nella categoria "Geofisica". Sono consapevole della possibilità di scelte diverse da quelle da me operate, ma questo rientra nella approssimazione inerente a ogni classificazione e spero non tolga chiarezza e leggibilità per il lettore.

Tabella 3.12: Articoli di Guglielmo della categoria STRUMENTI VARI

ANNO	TITOLO	RIVISTA
1890	Mezzo semplice per costruire un barometro a mercurio esatto e facilmente trasportabile	R.A.L.

Tabella 3.12: continua dalla precedente

1893	Descrizione di alcune nuove forme di barometro a mercurio	R.A.L.
1893	Descrizione di un nuovo sferometro esatto e di facile costruzione	R.A.L.
1894	Intorno ad una modificazione della bilancia di Mohr e ad un semplice apparato per la misura del volume dei solidi	R.A.L.
1895	Descrizione di una nuova forma di sferometro a liquido e di una buretta molto esatta	R.A.L.
1895	Intorno ad alcune modificazioni dell'areometro di Fahrenheit, e ad una nuova forma di bilancia	R.A.L.
1895	Intorno ad un pendolo a più fili, ed alla sua applicazione nella misura della gravità, negli elettrometri, galvanometri ecc	R.A.L.
1895	Sull'uso dei galleggianti per l'indicazione esatta del livello dei liquidi	R.A.L.
?	Description d'une simple balance magnetique	Archivi Neerlan- desi delle Scienze
1900	Intorno ad alcuni modi per correggere e per evitare l'errore di capillarità negli areometri a peso costante e a volume costante ed intorno ad alcune nuove forme dei medesimi	R.A.L.
1900	Intorno ad alcuni nuovi areometri ad immersione totale, ad inclinazione variabile e a riflessione	R.A.L.
1901	Intorno ad un metodo per determinare o per eliminare la costante psicrometrica, e ad un psicrometro assoluto con tre termometri	R.A.L.
1900	Descrizione d'un apparecchio per la determinazione della densità e della massa di quantità minime di un solido	R.A.L.
1901	Intorno ad una microbilancia idrostatica ed al suo uso per la misura di piccole forze	R.A.L.
1901	Descrizione di un apparecchio avvisatore della presenza nell'aria del grisou o del gaz illuminante o di vapori infiammabili	R.S.I.
1901	Sulla misura assoluta della pressione atmosferica mediante il ludione	R.A.L.
1902	Intorno a due modi per determinare il raggio di curvatura della superficie dello spigolo nei coltelli delle bilancie e dei pendoli	R.A.L.

Tabella 3.12: continua dalla precedente

1902	Sulla misura delle variazioni e del valore assoluto della pressione atmosferica mediante il ludione	R.A.L.
1903	Intorno ad alcune modificazioni del volumenometro e del modo d'usarlo ed intorno ad un volumenometro a peso	R.A.L.
1903	Intorno ad un completo igrometro ad assorbimento	R.A.L.
1904	Intorno ad alcuni semplici strumenti per l'esatta verificaione dell'ora	R.A.L.
1903	Intorno alla determinazione della densità e della massa di quantità minime di un solido	R.A.L.
1904	Intorno ad un igrometro-bilancia ad indicazioni assolute e continue	Boltzmann-Festschrift
?	Descrizione d'un barometro a mercurio molto sensibile, la cui correzione per la temperatura è minima o nulla	R.A.L.
1904	Intorno alla esatta verificaione dell'ora mediante il gnomone ed altri semplici strumenti	R.A.L.
1905	Intorno ad alcuni semplici strumenti per l'esatta verificaione dell'ora / 2° nota	R.A.L.

Tra questi articoli vi è anche quello sull' igrometro-bilancia pubblicato nel Volume Giubilare di Boltzmann del 1904 e di cui si è parlato nelle sezione della carriera scientifica di Guglielmo.

Per quanto riguarda invece la categoria "Termodinamica", essa è costituita in gran parte dagli articoli in cui Guglielmo discute con Guido Grassi e ad essi si è dedicata l'intera sezione successiva.

3.4.4 La polemica con Guido Grassi

La polemica ha origine da una critica di Guido Grassi ad un articolo di Giovanni Guglielmo, pubblicato sui Rendiconti dell'Accademia dei Lincei nel maggio 1914, *Sull'esperienza di Clément e Desormes e sulla determinazione dell'equivalente meccanico della caloria* [174], e prosegue con note alterne dei due antagonisti sui Rendiconti dell'Accademia dei Lincei e sul N.C. fino al 1917, anno in cui Guglielmo, durante le ferie, spedisce ai Rendiconti dell'Accademia dei Lincei ben tre Note che compariranno in settembre. Saranno queste le sue ultime pubblicazioni a livello nazionale. Sempre nel 1917 Guido Grassi sposta sull'Accademia delle Scienze di Torino le sue repliche, poi ripubblicate sul N.C.. Nel 1918 e nel 1919 intervengono a sostegno delle posizioni di Grassi, due personaggi: Moisè Ascoli e l'ing. Carlo Fossa Mancini. L'ultimo scritto [184] esplicitamente relativo alla polemica è un lungo riassunto redatto da Guglielmo nel 1921, dopo quattro anni di silenzio, e pubblicato nella rivista locale del Gabinetto di Fisica della Regia Università di Cagliari, dove vengono fatte pesanti accuse all'Accademia delle Scienze e alla Società Italiana di Fisica.

Non fanno esplicito riferimento alla polemica, ma di fatto vertono sugli stessi argomenti, tre articoli di Guglielmo del 1922,[185], [186], [187].

Vediamo in dettaglio la cronologia, come è stata da me ricostruita in base ai riferimenti presenti negli stessi articoli:

Tabella 3.13: Cronologia della polemica

<p>GUGLIELMO</p> <p><i>Sull'esperienza di Clément e Desormes e sulla determinazione dell'equivalente meccanico della caloria.</i></p> <p>R.A.L., pag 698, maggio 1914</p>
<p>GRASSI</p> <p><i>Osservazioni a proposito della Nota del prof. G. Guglielmo, dal titolo "Sull'esperienza di Clément e Desormes e sulla determinazione dell'equivalente meccanico della caloria"</i></p> <p>R.A.L., pag 676, 1° semestre 1915</p>
<p>GUGLIELMO</p> <p><i>Sulle leggi di Poisson e dello Stato aeriforme in relazione al primo principio di termodinamica</i></p> <p>R.A.L., pag 117, gennaio 1916 - NC pag 145, ottobre 1916</p>

Tabella 3.13: continua dalla precedente

GRASSI <i>Sulla legge di Poisson ecc</i> R.A.L., pag 259, 1° semestre 1916
GUGLIELMO <i>Intorno ad alcuni modi di calcolare l'esperienza di Clément - Desormes</i> R.A.L., pag 213, febbraio 1916 <i>Intorno ad alcuni modi di calcolare l'esperienza di Clement e Desormes e di dedurne l'equivalente meccanico della caloria</i> NC, pag 195, novembre 1916 (ripubblicazione del precedente MA alcune differenze)
GRASSI <i>Osservazioni alla 3° nota del prof. Guglielmo</i> R.A.L. pag 619, 1° semestre 1916
GUGLIELMO <i>Sulla deduzione puramente matematica delle equazioni del primo principio di termodinamica</i> R.A.L., agosto (durante le ferie) 1917
GUGLIELMO <i>Sulla scoperta delle leggi delle variazioni adiabatiche dello stato gazo</i> NOTA I R.A.L., agosto (durante le ferie) 1917
GUGLIELMO <i>Sulla scoperta delle leggi delle variazioni adiabatiche dello stato gazo</i> NOTA II R.A.L., agosto (durante le ferie) 1917
GRASSI <i>A proposito delle due note del prof. Guglielmo, sulla legge di Poisson e sull'esperienza di Clément e Desormes</i> NC, dicembre 1917 - già in R.A.S.T. 1917
ASCOLI <i>Sulle leggi dei gas perfetti in relazione alla teoria del calore.</i> NC volume 15 Issue 1 pag 212-220, dicembre 1918
FOSSA MANCINI <i>Si puo ancora prestar fede all'antica teoria della conservazione del calore?</i> NC Volume 17, Issue 1, pp 74-94, dicembre 1919
SEDUTA PRIVATA 9 Marzo 1919 Accademia delle Scienze di Torino
GUGLIELMO <i>Intorno ad alcune dimostrazioni del prof. Grassi e di altri.</i>

Tabella 3.13: continua dalla precedente

Publicazioni Gabinetto di fisica della Regia Università di Cagliari, 1921

Inoltre vertono sulla polemica gli articoli di Guglielmo pubblicati nel 1922 nelle Pubblicazioni Gabinetto di Fisica della Regia Università di Cagliari :

<i>Sulla determinazione per-termodinamica di alcune formule termodinamiche</i>
<i>Considerazioni sui vari metodi in uso per calcolare l'esperienza di Clement e Desormes</i>
<i>Sul trasporto di calore che accompagna la compressione ed espansione dei gaz</i>

Tutti i documenti sono stati reperiti e analizzati.

È stato anche richiesto e ottenuto dall'Accademia delle Scienze il verbale della seduta privata del 9 Marzo 1919, nella quale, secondo quanto affermato da Guglielmo, si sarebbe presa la decisione di non pubblicare le sue note:

Invano in due lettere inviate al Presidente dell'Accademia ho invocato il duplice dovere che questa aveva di pubblicare la mia difesa, cioè: in conformità colla Legge sulla Stampa ed affinché gli Accademici e gli estranei lettori degli Atti aventi presenti le idee del prof. Grassi e le mie fossero in grado di giudicarle equamente e saputamente.

Ne ebbi in risposta che Accademia:

Nella seduta del 9 Marzo 1919 (alla quale assisteva il prof. Grassi) dopo maturo esame ed in seguito a relazione di un apposita Commissione, ha deliberato di non accogliere per la stampa negli Atti le tre Note della S.V. Chiar.ma.[184]

Tuttavia nel verbale della seduta, presieduta dal prof. Naccari, non si fa menzione alla questione. Continua Guglielmo:

Strozzata la discussione in un modo così coraggioso e leale, essa avrebbe potuto e dovuto cessare. Il prof. Grassi non poteva decentemente continuarla, poichè mi si impediva ufficialmente di difendermi e neppure io avevo molto interesse a riapirla. Gli errori del prof. Grassi sono grandi e perciò evidenti a chiunque capisca qualcosa dell'argomento; essi sono consacrati negli Atti dell'Accademia e nessun voto Accademico pubblico o privato può cancellarli o renderli minori ed io stesso potevo scusare il sopracitato voto avverso pensando che la Commissione avesse voluto impedire che le papere d'un collega Accademico venissero poste in una troppo manifesta evidenza.

Senonchè la discussione è ricominciata nel N.C. con due Note nelle quali a parer mio è evidente lo scopo di appoggiare e continuare la denigrazione dei miei lavori senza far apparire il prof. Grassi e quello di coprire la sua papera iniziale confondendo le idee dei lettori.[184]

Le accuse di Guglielmo coinvolgono anche la Società Italiana di Fisica. Inviata al Redattore del N.C. (Organo della Società italiana di Fisica) delle Note in risposta alle due critiche di Ascoli e Fossa Mancini, ivi pubblicate, Guglielmo ci riferisce aver ricevuto tale proposta:

*1° di modificare o sopprimere quei passi che avessero potuto urtare le suscettibilità dei miei critici.
2° di assumermi le spese di stampa, cosicchè gli Abbonati e Soci avrebbero ricevuto le mie Note in sovrappiù di ciò che ad essi spettava, senza pregiudizio delle altre Note che, forse per ragioni di economia, attendevano il loro turno di pubblicazione
Non potei ottenere che venissero pubblicate, e a nulla valse essermi rivolto ripetutamente al Presidente della Società di Fisica. Così nuovamente sono stati violati il diritto di difesa, le regole di una polemica leale ed onesta, la Legge della Stampa. [184]*

Guglielmo conclude quindi riproponendosi di trattare in altre Note, scevre di polemica, i risultati dei suoi studi sui vari argomenti connessi o estranei alle critiche suddette, come farà in effetti nei tre articoli del 1922 menzionati precedentemente, pubblicati nella rivista del Gabinetto Fisico della Regia Università di Cagliari, unica rivista sulla quale pubblicherà da questo momento.

La sua carriera scientifica a livello nazionale ed internazionale è ormai terminata.

Prima di entrare nel merito della polemica diamo qualche informazione sugli altri presonaggi che vi presero parte.

GUIDO GRASSI (1851-1935). Le notizie su Guido Grassi sono state da Guido me reperite nel Dizionario Biografico degli Italiani, nella relazione della commissione per il concorso ad ordinario nella Scuola di elettrotecnica di Torino, nella sua commemorazione sul N.C.⁷⁰.

Egli inoltre è citato nella parte storica di diversi siti web di istituzioni quali

⁷⁰N.C., Febbraio 1936, Volume 13, Issue 2, pp. 95-96

quello della Facoltà di Ingegneria di Napoli⁷¹, quello del museo virtuale del Politecnico di Torino⁷², quello dell'Associazione Italiana di Storia dell'Ingegneria⁷³, quello dell'Enel⁷⁴.

Nativo di Milano, 1851, Guido Grassi compì gli studi elementari e classici a Milano e si laureò poi a Pavia nel 1872.

Divenne dapprima assistente Di Ferrini a Milano, ma il prof. Cantoni, di cui era stato allievo, lo richiamò a Pavia come assistente affidandogli ben presto buona parte del suo corso. I suoi primi interessi furono rivolti all'elettricità e alla meteorologia e infatti nel 1877 divenne assistente nell'ufficio meteorologico di Roma.

Nel 1879 assunse l'incarico di insegnamento di Fisica tecnica presso la Regia Scuola di applicazione per gli ingegneri di Napoli.

Convinto che in Italia l'insegnamento teorico e pratico dell'elettrotecnica fosse fortemente carente, chiese al Ministero della Pubblica Istruzione l'autorizzazione a compiere un viaggio di studio in Europa per visitare i maggiori laboratori in cui si svolgevano ricerche di elettricità.

Al suo ritorno preparò un corso di elettrotecnica che tenne gratuitamente nel 1886-87 e che l'anno successivo gli fu riconosciuto ufficialmente insieme alla cattedra di Fisica tecnica. Nel 1892 assunse la direzione della Scuola di Napoli e nel 1898 ereditò il posto di Galileo Ferraris nella direzione della Scuola di Elettrotecnica di Torino.

Fu attivo collaboratore alla fondazione del Politecnico di Torino nel 1906, essendo egli membro della commissione incaricata del riordino della didattica. Nella sua vita ricoprì cariche prestigiose e di grande responsabilità: fu Socio dell'Accademia dei Lincei, Ordinario della Società Reale di Napoli, Membro della R. Accademia delle Scienze di Torino, Membro del Consiglio Superiore dell'Istruzione dal 1911 al 1915, Socio e collaboratore del N.C..

Il suo Corso di Elettrotecnica⁷⁵ in tre volumi, ebbe notevole diffusione tanto che, non solo si trovano ancora in commercio delle copie originali, ma esso è pure "print on demand", ciò che accade solo per opere considerate di alto valore culturale.

Tra le sue opere di didattica troviamo anche il *Corso di fisica applicata*,⁷⁶ 1883, e *Termodinamica, introduzione al corso di fisica applicata*⁷⁷, 1896, anche esso

⁷¹<http://www.bicentenarioingegneria.unina.it>

⁷²<http://areeweb.polito.it/strutture/cemed/museovirtuale/storia>

⁷³<http://www.aising.it>

⁷⁴<https://www.enel.it>

⁷⁵GRASSI GUIDO, *Corso di elettrotecnica*, Casa editrice nazionale, Torino-Roma, 1904

⁷⁶GRASSI GUIDO, *Corso di fisica applicata*, Napoli, 1883

⁷⁷GRASSI GUIDO, *Termodinamica, introduzione al corso di fisica applicata*, Ed. Pellerano, Napoli, 1896

“print on demand“

*volumi rivolti alla formazione dei giovani ingegneri nei quali sintetizzò lo stato dell'arte di una materia pienamente in evoluzione nel periodo a cavallo tra i due secoli e in cui riportò anche i risultati delle proprie ricerche su temi quali la trasmissione del calore e il riscaldamento degli ambienti.*⁷⁸

Guido Grassi fu dunque un personaggio di rilievo del suo tempo ben inserito non solo nella comunità accademica ma anche in quella politica.

Guido Grassi era pressochè coetaneo di Guglielmo e morì lo stesso anno in cui morì Guglielmo, nel 1935. Non è dato sapere se essi si conoscessero già da prima, ma sicuramente si incontrarono al concorso per la cattedra di Fisica tecnologica all'Università di Palermo, cui partecipò anche Moisè Ascoli: Guglielmo concorrente e Grassi in commissione. In questa occasione Guglielmo ottenne tre voti favorevoli e due contrari alla sua eleggibilità. Nel sunto della relazione, sebbene il giudizio su di lui sia nel complesso molto positivo, si fa cenno al fatto che nel suo lavoro sulla f.e.m. e la resistenza della scintilla elettrica

*L'autore si propone un problema che, com'egli stesso osserva, offre molte difficoltà. E infatti il metodo seguito dall'autore si presta a parecchie obiezioni, ciò che lascia qualche dubbio sull'attendibilità dei risultati.*⁷⁹

E a noi viene il dubbio che queste obiezioni provengano proprio da colui che in seguito avrebbe espresso più che qualche perplessità sui metodi di Guglielmo. Ma in assenza del verbale dettagliato, questa è ovviamente solo un'ipotesi.

MOISÈ ASCOLI. Di Moisè Ascoli non esiste una voce nel Dizionario Biografico degli Italiani, nonostante già dal 2002 sia stato pubblicato il testo *Graziadio e Moisè Ascoli: scienza, cultura e politica nell'Italia liberale* [22], in cui si parla del fisico insieme a suo padre, famoso ed emerito glottologo, nell'ottica di una descrizione a tutto tondo di due figure esemplari di due generazioni dell'ebraismo italiano in un periodo in cui esso raggiunse l'apice dell'emancipazione e dell'integrazione.

Di Moisè viene detto:

La vicenda di Moisè Ascoli - fisico di ottima scuola, protagonista per circa due decenni dell'associazionismo tecnico-scientifico e

⁷⁸Dizionario Biografico degli Italiani - Volume 58 (2002).

⁷⁹G.U. 2 maggio 1891, n 103.

autorevole presidente dell'Associazione Elettrotecnica Italiana in anni cruciali per lo sviluppo del settore elettrico e dell'assetto industriale del paese - non è certo raffrontabile con quella del padre per originalità di risultati e incidenza nella cultura scientifica del tempo. Le sue benemeritenze, tuttavia, non furono così trascurabili da meritargli un ingeneroso oblio.[22]

Le altre notizie su Ascoli sono state da me reperite dai verbali delle commissioni per i concorsi a cattedra ai quali partecipò, tra i quali quello del 1885 per straordinario di Fisica a Cagliari, insieme a Guglielmo; quello del 1891 per la cattedra di Fisica tecnica a Palermo, sempre insieme a Guglielmo, con Grassi in commissione; quello del 1898 per la cattedra alla Scuola di elettrotecnica di Torino, cui partecipò anche Grassi.

Ascoli nacque a Gorizia nel 1857, si laureò nel 1879 a Pavia dove si formò con studiosi quali Beltrami, Cantoni, Casorati. Fu assistente di Fisica nella Scuola degli ingegneri in Roma dal 1882 al 1887. Ottenuta nel 1886 per concorso la cattedra di Fisica e Chimica nel Liceo *Terenzio Mamiani* di Roma, la tenne fino al 1895.

Dopo la morte del prof. Pisati (maggio 1891) tenne la cattedra di Fisica tecnica nella Scuola degli ingegneri in Roma, prima come supplente incaricato, poi, ottenuta intanto la libera docenza in seguito ad un concorso per titoli, come incaricato (1892-95), quindi quale professore straordinario, nella quale qualità fu nominato nel 1897, in seguito a concorso.

Fu promosso ordinario nel 1902 e nel 1911 ereditò la cattedra di Elettrotecnica lasciata da Guglielmo Marconi.

Ascoli si tolse tragicamente la vita con un colpo di rivoltella il 5 luglio 1921 "*sdegnando forse di poter divenire, per la malattia che purtroppo lo minava, inutile peso.*"[22]

Guglielmo incontrò dunque Ascoli nel 1885, perchè entrambi concorrenti al concorso per la cattedra di straordinario di Fisica a Cagliari. In tale occasione, anche se Ascoli ottenne un punteggio leggermente superiore a Guglielmo, tuttavia non ottenne il voto favorevole di eleggibilità da parte di Antonio Pacinotti, che si espresse favorevolmente invece per l'eleggibilità di Guglielmo.

Fossa Mancini Ingegnere CARLO FOSSA MANCINI. Anche per Carlo Fossa Mancini non esiste una voce nel Dizionario Biografico degli Italiani, dove si rimanda a qualche riga di Wikipedia. Altre notizie su di lui sono state reperite negli atti⁸⁰ di un convegno locale tenuto nel 2006 a Castelplanio, paese in cui visse

⁸⁰Convegno sulla sommatrice automatica, Castelplanio, 22/07/2006. Atti reperibili all'indirizzo <http://www.comune.castelplanio.an.it/Engine/RAServeFile.php/f/T-I-Convegno-FM.doc>.

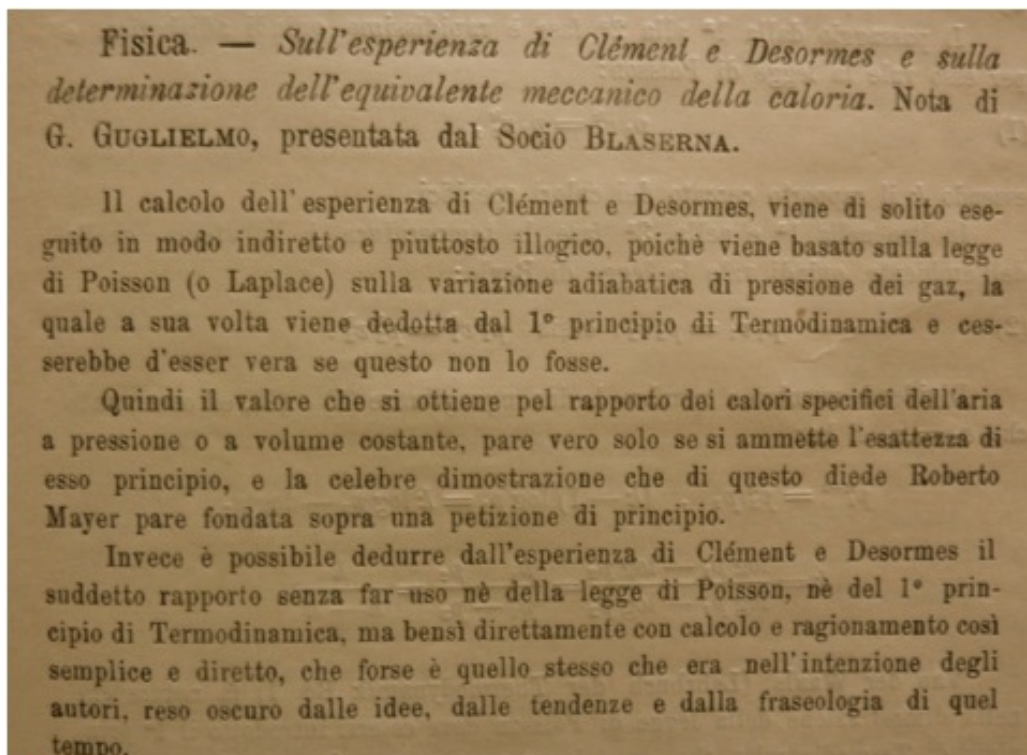
l'ingegnere.

Il Conte Carlo Fossa Mancini nacque a Jesi nel 1854. A Castelplanio esistono ancora il palazzo Fossa Mancini, ora sede di un museo, e un'ingente patrimonio librario risalente a lui e alla sua famiglia. Si dice che oltre che ingegnere fosse uomo di lettere: scriveva correttamente in tre lingue e in età giovanile si dilettò di narrativa; probabilmente di orientamento socialista riformista, fu molto impegnato politicamente a livello locale e fu sindaco del comune di Castelplanio nel 1913 e 1914.

Come ingegnere idraulico progettò e realizzò l'acquedotto della valle dell'Esino, fece studi sull'ariete idraulico e registrò nel 1891 un brevetto per un "Apparecchio a manicotto per aumentare la spinta di razione". Egli è principalmente ricordato però per il brevetto del 1897 della sua sommatrice automatica che costituì la capostipite di diverse calcolatrici famose.

Morì a Jesi nel 1931.

Vediamo le questioni della polemica leggendo l'introduzione del primo articolo di Giovanni Guglielmo:



Qui sono già contenute le due questioni principali che costituiranno l'oggetto della polemica:

- L'equazione di Poisson $p \cdot v^\gamma = \text{cost}$ è conseguenza del primo principio e cesserebbe di essere vera se il primo principio non lo fosse ?
- Con l'esperienza di Clément e Desormes si può ottenere il valore di $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ senza utilizzare né Poisson né quindi il primo principio ?

Guglielmo sostiene la risposta affermativa a queste domande, mentre Grassi le nega entrambe: Grassi sostiene cioè che l'equazione di Poisson si possa dimostrare anche senza far uso del primo principio e critica aspramente il metodo di esecuzione dell'esperienza di Clément e Desormes.

Vediamo alcune considerazioni preliminari su questi punti per poter entrare meglio nel merito della polemica.

L'indipendenza di Poisson dall'equazione del primo principio.

L'equazione di Poisson è uno dei classici esempi di applicazione del primo principio: in tutti i manuali da me consultati [2], [12], [57], [27], antichi e moderni, nel capitolo delle trasformazioni adiabatiche si parte dall'espressione differenziale dell'equazione del primo principio, si impone $dq=0$ e si integra ottenendo direttamente l'equazione cercata. Il fatto che il primo principio sia una condizione sufficiente per l'equazione di Poisson è dunque assodato e su questo concordavano Guglielmo e Grassi. In nessun testo al di fuori di questi coinvolti nella polemica in oggetto, ho mai trovato invece l'equazione di Poisson dimostrata senza ricorrere al primo principio.

Rimane dunque la questione se il primo principio sia anche condizione necessaria per l'equazione di Poisson.

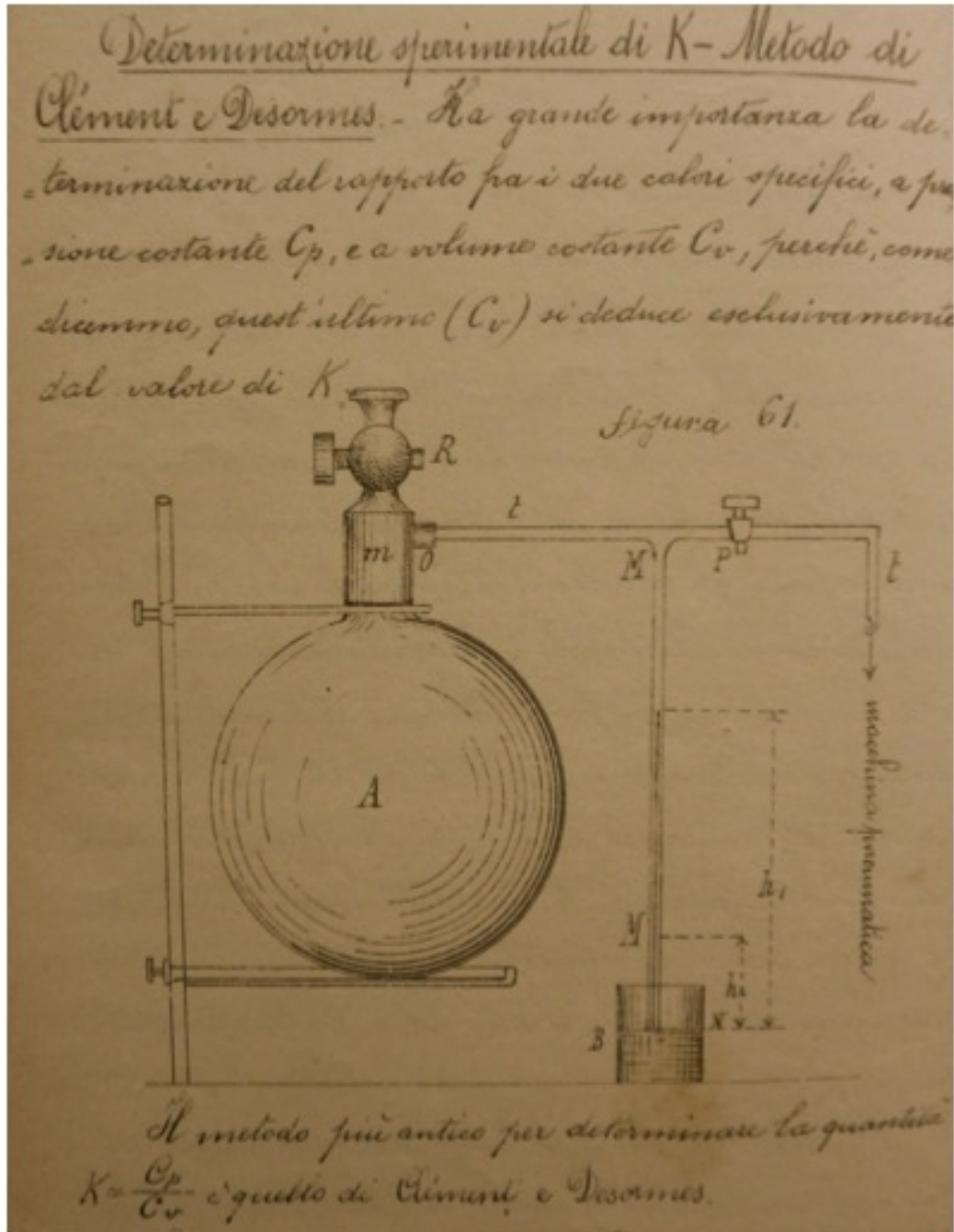
L'esperienza di Clément e Desormes Clément e Desormes erano due manifatturieri, fabbricanti di prodotti chimici, suocero e genero, che parteciparono nel 1811 alla competizione sul calorico indetta dall'Istitut de France, che dal 1795 aveva sostituito l'Academie Royale des Sciences di Parigi.

Il concorso era stato bandito al fine di accrescere la precisione delle misure di calore specifico e poter così da avere elementi discriminatori per poter decidere a favore di una delle teorie del calorico allora esistenti. Infatti pur essendo all'epoca accettata quasi universalmente la concezione del calorico come fluido elastico imponderabile, non avendo avuto l'ipotesi di "motion" di Rumford alcun seguito, vi erano tuttavia delle ramificazioni sostanziali all'interno della teoria che facevano capo l'una alle idee dei francesi Lavoisier e Laplace, che consideravano il calorico come formato da due componenti, il calorico libero e quello combinato; l'altra si rifaceva alle idee dell'inglese Irvine e alla brusca variazione dei calori specifici nei passaggi di stato e nelle trasformazioni adiabatiche.

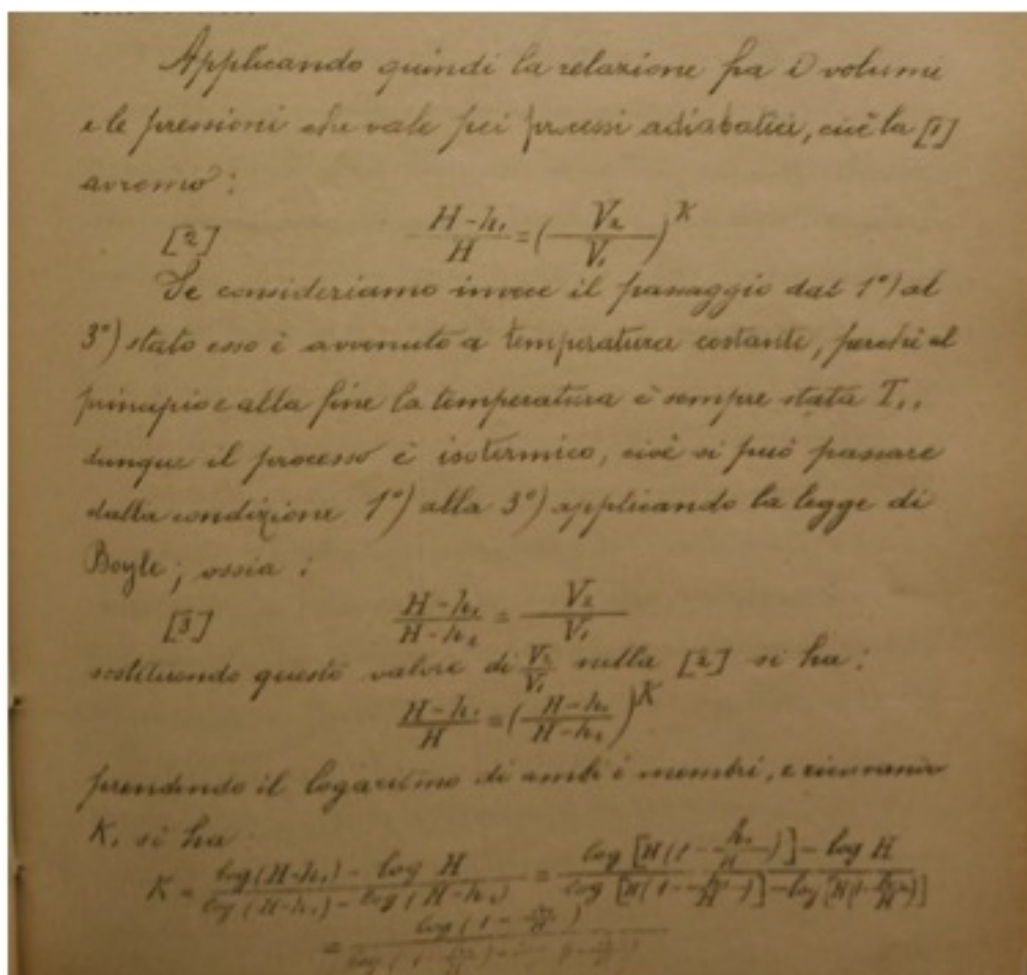
Le due teorie avevano predizioni differenti per i valori di calore specifico e si

sperava dunque, con gli esiti delle ricerche indette, di poter dirimere alcune delle questioni aperte e da tempo senza risposta.

L'esperienza di Clément e Desormes veniva proposta nei manuali come metodo per ricavare il rapporto tra il calore specifico a pressione costante e quello a volume costante.



Come si può vedere da queste pagine tratte dalle *Lezioni di fisica sperimentale* del Naccari,



per ricavare l'espressione di c_p su c_v , che qui viene chiamato k , in funzione di due pressioni misurate dal manometro in seguito a una rarefazione e alla successione di una compressione adiabatica e di una espansione isocora, si utilizza "la relazione che vale tra i volumi e le pressioni che vale nei processi adiabatici", ossia l'equazione di Poisson.

Nella memoria di Clément e Desormes [25] non vi è traccia tuttavia dell'equazione di Poisson. E non potrebbe essere altrimenti, visto che Poisson ricavò l'equazione che da lui prese il nome posteriormente, nel 1821-23. In realtà nella memoria di Clément e Desormes non vi è menzione neanche del rapporto di c_p su c_v : essi determinano infatti misure di calori specifici a

volume costante di diversi gas a varie temperature per poter indirettamente misurare quella che loro ipotizzarono fosse la capacità del vuoto per il calorico, calorico che veniva ceduto all'aria quando essa distruggeva il vuoto o viceversa veniva assorbito dall'aria che si raffreddava in una rarefazione.

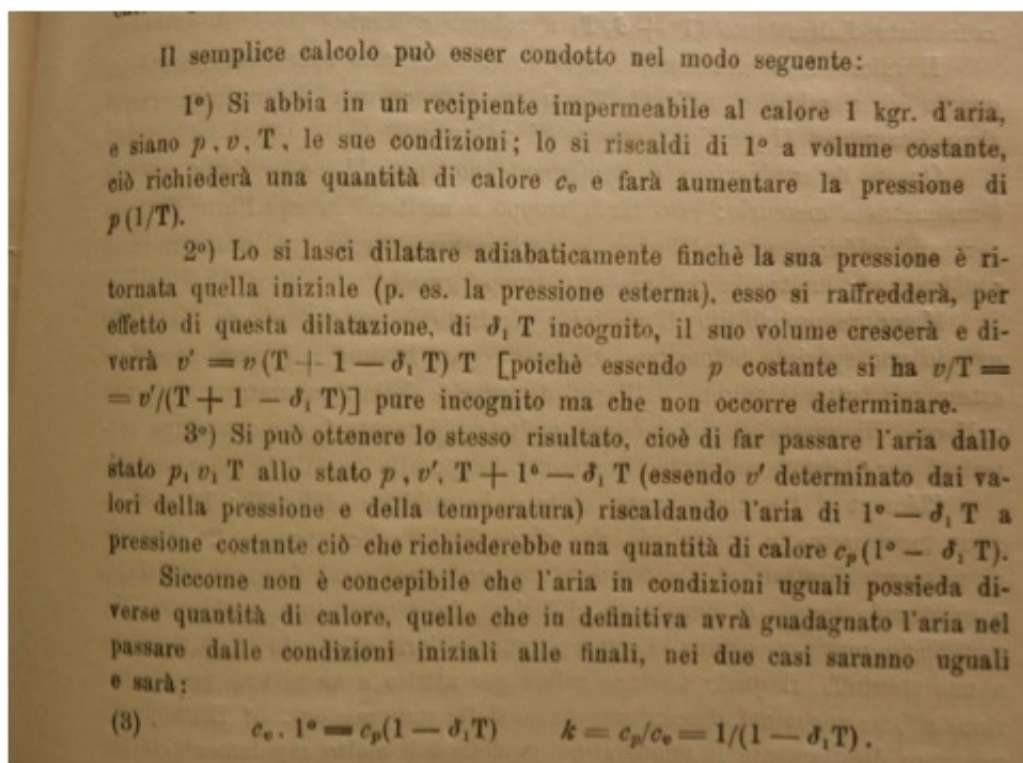
Con tale metodo essi stimarono anche lo zero assoluto a $-267,5^{\circ}\text{C}$, in accordo con quanto trovato da Gay Lussac per il valore di coefficiente di espansione dei gas.

Sarà Laplace a rendersi conto, nel 1816, che i dati di Clément e Desormes ben si prestavano a ricavare il rapporto c_p su c_v , ed egli utilizzò con successo il valore così ottenuto per correggere la formula di Newton della velocità della propagazione del suono.

L'ipotesi di Guglielmo dunque che l'esperienza di Clément e Desormes potesse condursi senza l'utilizzo dell'equazione di Poisson sembrava più che plausibile, anche solo su considerazioni di carattere cronologico.

Analizziamo in dettaglio il metodo alternativo proposto da Guglielmo per eseguire l'esperienza di Clément e Desormes.

In [174], *Sull'esperienza di Clément e Desormes...* del 1914, Guglielmo scrive:



Si noti come Guglielmo consideri impossibile che "l'aria in condizioni uguali POSSIEDA diverse quantità di calore".

Cioè Guglielmo sta considerando il calore come una funzione di stato e di fatto sta applicando il principio di conservazione del calore e non quello dell'energia!

Guglielmo enuncia il primo principio, parla di equivalente meccanico della caloria, ma poi al lato pratico applica in maniera scorretta il bilancio energetico nei due casi di trasformazioni da lui ipotizzate.

La conclusione di Guglielmo è dunque questa:

Il valore di k sarà dunque noto se si determina sperimentalmente di quanto si riscalda o raffredda l'aria che subisce una determinata variazione istantanea di pressione, oppure di volume.[174]

Guglielmo è consapevole che il suo metodo è molto approssimato, valido solo per piccoli riscaldamenti (1°C) e variazioni di pressione trascurabili rispetto alla pressione atmosferica.

Trascurando infatti la variazione di pressione rispetto alla pressione atmosferica si ritrova analiticamente la stessa formula che si ottiene facendo uso della legge di Poisson. Sempre in [174] del 1914, Guglielmo scrive:

La pressione h' osservata nel manometro, nella 3^a fase dell'esperienza, misura dunque la variazione di temperatura prodotta dalla rapida variazione di pressione. Poichè la variazione di temperatura di 1° fa variare la pressione di $(1/T)p$, la variazione di pressione h' corrisponderà ad una variazione di temperatura $h' T/p$. Lo stesso risultato s'ottiene osservando che nella 2^a e 3^a fase dell'esperienza il volume dell'aria è lo stesso, quindi:

$$p_2/p_3 = T_2/T_3, \text{ ossia } p/(p - h') = (T + \delta T)/T,$$

quindi, con molta approssimazione trascurando h' rispetto a p si ha:

$$\delta T = h' T/p.$$

La variazione di temperatura δT è stata prodotta nell'esperienza da una variazione di pressione h qualsiasi, ma nella formula (3), δT si riferisce

ad una variazione di pressione $(1/T)p$, dunque in questo caso $h = p/T$, quindi $\delta T = h'/h$.

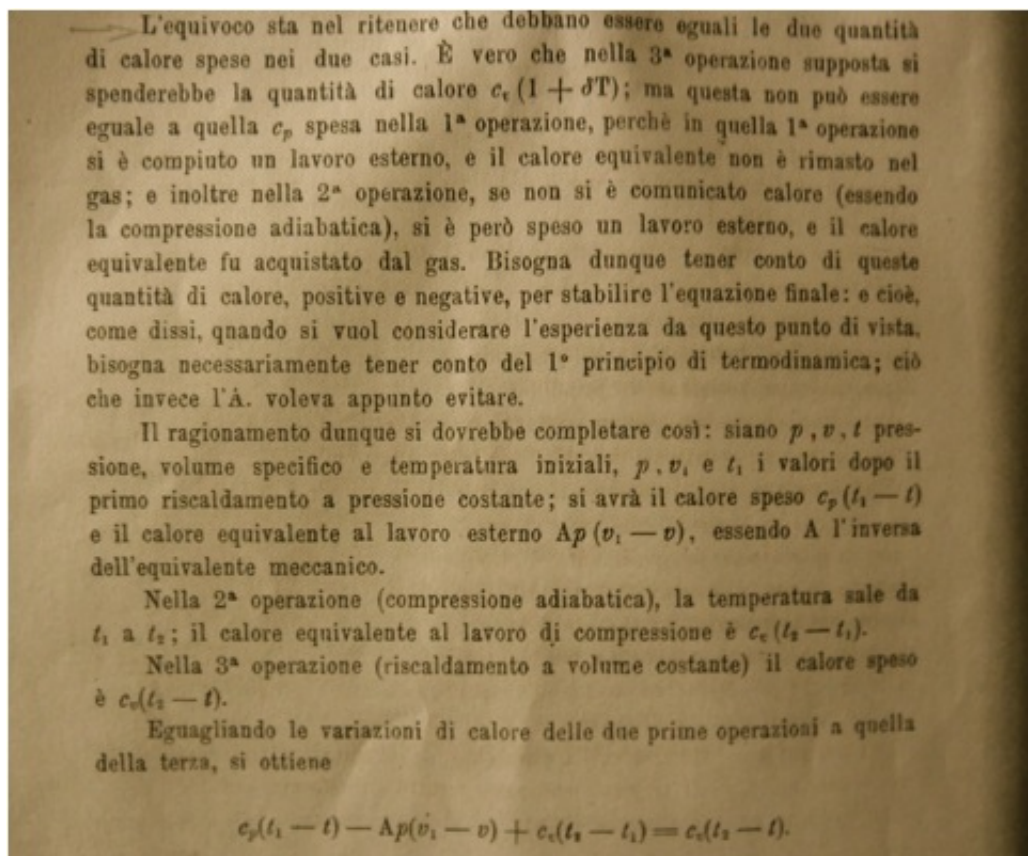
Quindi la formula (3) dà:

$$k = c_p/c_v = 1/(1 - h'/h) = h/(h - h')$$

come si ottiene facendo uso della legge di Poisson.

Ma, posto che questa approssimazione possa dare un risultato numerico prossimo al vero, rimane tuttavia l'impostazione concettualmente errata.

E Grassi giustamente critica Guglielmo, facendogli notare l'errore⁸¹



Quindi Grassi illustra a Guglielmo il procedimento corretto per effettuare il bilancio energetico nelle trasformazioni da lui prese in considerazione, utilizzando il primo principio della termodinamica, di cui, sottolinea Grassi, non

⁸¹[37] GRASSI GUIDO, *Osservazioni a proposito della 1° nota del prof. Guglielmo*, R.A.L., 1° semestre 1915.

Qui Grassi sta facendo riferimento a un'altra delle successioni di trasformazioni prese in considerazione da Guglielmo e considerate concettualmente equivalenti a quella esposta integralmente in questa sede.¹

Cioè Guglielmo sostiene che le stesse relazioni ottenute con il primo metodo esposto, si ottengono se si eguaglia la quantità di calore scambiata nella successione di un riscaldamento di un grado di un chilo d'aria a pressione costante seguita da una compressione adiabatica fino al ristabilimento del volume iniziale con la quantità di calore scambiata nel riscaldamento dell'aria che passa direttamente dal volume iniziale della due trasformazioni precedenti a quello finale. In questo caso l'espressione di k sarà $\gamma = \frac{c_p}{c_v} = 1 + \delta_2 \cdot T$.

L'errore è concettualmente lo stesso riscontrato nel primo metodo.

si può fare a meno al contrario di quanto sostiene Guglielmo.

Sempre in [37], *Osservazioni a proposito della Nota...* precisa inoltre Grassi:

La (4), quantunque inesatta, può all'A. essere sembrata corrispondente al vero, per essersi egli limitato a considerare, nell'esperimento supposto, il riscaldamento di 1 grado; allora la piccolissima differenza tra il lavoro di espansione a pressione costante e quello di compressione adiabatica fa sì che il risultato numerico sia assai prossimo al vero. Ma si riconosce facilmente che la formola (4) conduce a conseguenze erronee. Infatti nella 1^a ope-

La (4) è l'espressione trovata da Guglielmo per k in funzione delle differenze di temperatura.

La critica non viene accettata di buon grado da Guglielmo, che in [176], *Intorno ad alcuni modi di calcolare l'esperienza di Clermont-Desormes* del 1916, così risponde :

L'egregio critico m'insegna che ho equivocato nel ritenere che siano uguali le quantità di calore spese nei due casi, perchè sono diversi i lavori dell'espansione adiabatica ed a pressione costante; a me pare, invece, che equivochi egli stesso e che il suo equivoco sia, in certo modo, poliedrico, perchè ha molte faccie.

Anzitutto, come egli stesso riconosce, la differenza fra i due lavori è « piccolissima » nel caso, da me considerato, del riscaldamento di 1°; e ne segue dunque che, in questo caso, anche la sua critica ha un valore piccolissimo.

Inoltre da ciò si può dedurre, senza grande sforzo d'immaginazione o di calcolo, che basterebbe considerare un riscaldamento minore perchè la differenza dei due lavori ed il valore della critica venissero ancor più ridotti, e che, considerando un riscaldamento infinitesimo (che non ho scelto anche perchè le formule riescono meno semplici), la suddetta differenza ed il suddetto valore diverrebbero nulli o, più esattamente, infinitesimi di 2° ordine.

Il metodo seguito dall'egregio critico per dimostrare l'inesattezza della

Non si commenta il tono e la poca pertinenza della replica, sicuramente dettata più da collera che da raziocinio.

A questo punto Guglielmo, affermando di aver avvertito che il suo metodo non aveva la pretesa di essere esatto, ammette che, comunque sia, si possa fare il calcolo anche in maniera esatta, e così applica le equazioni per

il bilancio energetico suggeritegli da Grassi. Sempre in [176] del 1916

Ora, sebbene, tenendo conto delle condizioni delle esperienze, io abbia creduto e creda opportuno di ottenere il valore di k considerando gli effetti di due piccoli riscaldamenti del gaz a volume costante e a pressione costante, i quali per la loro piccolezza rendono lecite notevoli semplificazioni, ciò non esclude che si possa ottenere il suddetto valore, anche considerando gli effetti di due riscaldamenti non piccoli, e rinunciando alle semplificazioni.

In [39], *Osservazioni alla Nota...* del 1916, Grassi dunque replica :

Sebbene non appaia dal titolo, la Nota del prof. Guglielmo (¹) è in gran parte una risposta alla mia critica di una sua Nota precedente (vedansi le mie *Osservazioni a proposito della Nota del prof. Guglielmo sull'esperienza di C. e D.* ecc. presentata nella seduta 11 aprile 1915 di questa Accademia). Ora il prof. Guglielmo, illudendosi di aver completamente demolito la mia critica, si permette anche il lusso di lanciare al mio indirizzo dei frizzi, per mettere la mia critica in ridicolo, facendone sgorgare delle conseguenze assurde, che per fortuna sono soltanto nella sua immaginazione. Non intendo seguire il prof. Guglielmo su questo terreno; dirò soltanto che i suoi motti, se hanno l'apparenza dell'arguzia, difettano però di sostanza.

Ma ciò che più mi ha sorpreso è che, sostanzialmente, con questa nuova Nota egli mi dà ragione, pur continuando a dire che io ho torto.

Infatti io gli facevo osservare che, nel suo ragionamento fondamentale, aveva dimenticato di considerare i lavori esterni; egli ora risponde che vuol riprodurre il suo ragionamento, *completandolo con l'aggiunta di qualche schiarimento*. E questa aggiunta è precisamente la considerazione dei lavori esterni; cioè fa la correzione che gli ho suggerito io. Ma non basta: egli ora aggiunge, a ciò che aveva scritto nella 1^a Nota, alcune considerazioni per concludere che i lavori esterni, con una certa approssimazione, si compensano, cosicchè si giustifica la sua formula. E questo è appunto ciò che io gli avevo fatto osservare nella mia critica: che cioè finchè si limitava a considerare, nell'esperimento supposto, il riscaldamento di 1 grado, la sua formula era praticamente abbastanza approssimata. E il prof. Guglielmo, dopo aver così completato il suo ragionamento esattamente secondo il mio suggerimento, persiste a darmi torto.

Se non che egli dimentica il punto essenziale della questione, cioè il motivo della osservazione che io gli avevo fatto. Egli aveva dichiarato nettamente lo scopo della sua 1^a Nota, di mostrare cioè che è possibile dedurre, dall'esperienza di C. e D., il rapporto k tra i calori specifici, senza far uso del 1^o principio di termodinamica. Perciò, se egli nel suo ragionamento aveva ommesso di considerare i lavori esterni, non era per una questione di approssimazione maggiore o minore, ma proprio perchè egli intendeva che il 1^o principio si potesse escludere. E a questa, che è la mia obiezione es-

Nelle note successive si ripetono al riguardo più o meno gli stessi ragionamenti e si insiste sempre sugli stessi punti, con qualche sfocatura o piccolo aggiustamento che possano dare la parvenza di interlocuzione con l'antagonista ma che in realtà sono solo riproduzioni delle proprie posizioni, che non tengono conto nella sostanza delle obiezioni dell'avversario, in maniera che fa propendere per l'interpretazione di un'incomprensione volutamente generata al fine di mescolare le acque per non ammettere i propri errori, camuffati sotto le vesti di una dimenticanza o di una precisazione sottintesa.

Veniamo ora alla seconda questione.

Mentre Guglielmo sostiene che la legge di Poisson viene dedotta dal 1° principio di termodinamica "e cesserebbe d'essere vera se questo non lo fosse", Grassi sostiene che tale legge si possa dimostrare facendo uso unicamente delle leggi di Boyle e Gay-Lussac e "sui concetti generici di calor specifico a pressione costante e a volume costante".

E così Grassi in [37], *Ossevazioni a proposito della Nota ...* del 1915:

Ad abbondanza, riassumo il procedimento di cotesta dimostrazione. Basta ricordare che la variazione di calore di un corpo qualunque si può esprimere, per esempio, in funzione delle variazioni di volume e di temperatura, colla formola

$$(1) \quad dQ = c_v dt + l dv,$$

dove il coefficiente di dt necessariamente coincide con ciò che si chiama calor specifico a volume costante. Dalle leggi di Boyle e Gay-Lussac si ha l'equazione caratteristica dei gas, $pv = Rt$, e, da questa,

$$(2) \quad pdv + vdp = Rdt.$$

Eliminando il dv colla (1), risulta

$$dQ = \left(c_v + l \frac{R}{p} \right) dt - \frac{lv}{p} dp$$

e qui evidentemente il coefficiente di dt deve rappresentare il calor specifico a pressione costante c_p ; dunque

$$c_v + l \frac{R}{p} = c_p$$

Per vedere ciò che avviene in una trasformazione adiabatica, basta sostituire nella (1) il valore di l ricavato da quest'ultima relazione, e poi eguagliare a zero l'espressione di dQ . Se allora si sostituisce a dt il valore che si ricava dalla (2), si ottiene

$$dQ = c_v v dp + c_p p dv = 0$$

che, integrata, dà la equazione delle trasformazioni adiabatiche sotto la forma consueta $pv^\gamma = \text{cost.}$, e ciò, come si vede, senza presupporre affatto l'esistenza della legge dell'equivalenza.

La dimostrazione non convince Guglielmo, che in [177], *Sulle leggi di Poisson e dello Stato aeriforme...* del 1916, critica l'utilizzo dei coefficienti operato da Grassi e contesta a proposito dell'espressione da lui utilizzata, $dq = c_v dT + l dv$, che

il valore di dq in funzione di dT e dv è dato esattamente dal principio dell'equivalenza tra calore e lavoro [...] Quindi [l'espressione qui sopra riportata] o è identica con questa (e a tal uopo basta che sia $l=p$), e l'egregio critico dimostra ciò che vuol negare; oppure le due equazioni sono essenzialmente diverse (cioè è $\geq p$ o $\leq p$), ed allora [l'espressione in questione] è falsa ed egli si propone di dedurre una legge vera da una premessa falsa.[177]

Inizia a questo punto una ricerca spasmodica nella letteratura storica di pareri autorevoli che possano corroborare le proprie tesi.

Guglielmo nelle diverse note scomoda, oltre Poisson e Laplace, Van der Walls, Kohnstamm, Clusius, Max Plank, Geheler, Mach, Bertrand, Poincaré, Avogadro, Cazin, Roiti, Chappuis e Berget, Waltenhofen, Chwolson, Battelli, Cardani, Ivory, Plana ...

Ma anche i pareri più autorevoli, se estrapolati dalle concezioni del loro tempo, possono indurre in errore. Al contrario di quanto sostenuto in un passo di Van der Walls e Kohnstamm riportato da Guglielmo, infatti, nel ragionamento di Poisson per ottenere la formula è sicuro che NON può essere contenuta la legge di conservazione dell'energia.

Infatti Poisson formulò nel 1821-23 una teoria assiomatica che si basava proprio sulla considerazione del calorico come funzione di stato, ciò che era coerente con la concezione del calorico come fluido elastico imponderabile. Le trasformazioni adiabatiche costituivano un caso particolare che permise a Poisson di ottenere una legge vera all'interno di una teoria errata, come altre volte capitò in fisica.

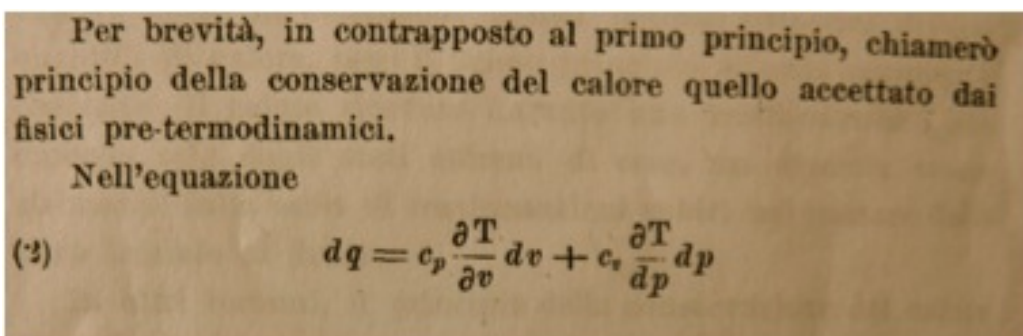
È proprio l'ostinazione di Guglielmo a non voler ammettere un errore di valutazione storica, che lo porterà su terreni impervi con argomentazioni improbabili e non pertinenti, che aggravano la sua posizione.

Sulla differenza tra la vecchia teoria della conservazione del calore e la nuova teoria della termodinamica, e in supporto delle posizioni di Grassi, intervengono allora gli altri due "curiazi", come Guglielmo li appellerà nel suo articolo del 1921: Moisè Ascoli e l'ing. Carlo Fossa Mancini.

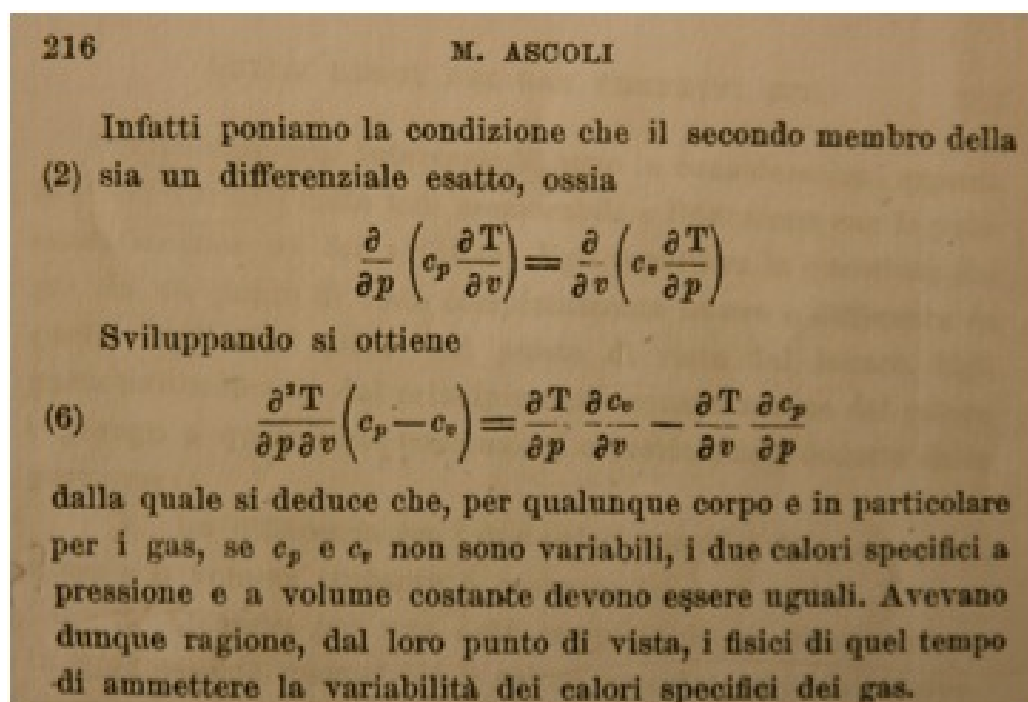
Entrambi sostengono, proprio su considerazioni analitiche, che Poisson si possa ottenere sia all'interno della vecchia che della nuova teoria.

Ascoli illustra le conseguenze analitiche del considerare il dq come un differenziale esatto: conseguenze coerenti con la vecchia teoria del calorico ma

non con la termodinamica. Egli parte dunque dall'espressione differenziale di dq e dice [6]:



L'essere dq un differenziale esatto, in virtù della condizione di Swartz, comportava anche la variabilità dei calori specifici con il volume e con la pressione. Sempre in [6]:



Questo era perfettamente coerente con l'antica teoria del calorico, all'interno della quale la fenomenologia dei cambiamenti di stato e delle trasformazioni adiabatiche trovava nella brusca variazione dei calori specifici una convincente spiegazione.

All'interno della teoria di Irvine, la variazione di calore specifico era assimilata alla variazione dell'area di base di un cilindro contenente un liquido, il cui

livello nel cilindro esprimeva la temperatura misurata a partire dallo zero assoluto. Un aumento, per esempio, di calore specifico in un passaggio di stato o in una trasformazione adiabatica, avrebbe determinato il traboccamento del liquido entro il cilindro di area di base maggiore, impedendo l'aumento di livello del liquido finchè non fosse stato riempito il nuovo cilindro fino al livello raggiunto nel cilindro di base minore .

Conclude dunque Fossa Mancini dicendo [32]:

Ma è inutile rammendare un vestito fuori uso! A noi basta di aver concorso, insieme ai Proff. Grassi ed Ascoli a chiarire la questione e ad eliminare l'errore di coloro che vorrebbero ripristinare la teoria della conservazione del calore nell'illusione che il primo principio della termodinamica, ossia il principio caratteristico della nuova teoria, sia implicitamente contenuto nell'antica.

Iesi, 14 marzo 1919.

Potremmo dire che Guglielmo risponde con l'ultima parola, se non fosse che questa risposta probabilmente non è mai stata letta dagli interessati, e forse neanche da nessuno al di là dell'entourage di Guglielmo, decisamente ristretto. Così dunque Guglielmo in [184], *Intorno ad alcune dimostrazioni del prof. Grassi e di altri* del 1921:

Sono lieto di trovarmi finalmente d'accordo coll'Egregio Ingegnere nella conclusione del Suo lavoro, là dove Egli paragonando il Principio della Conservazione del Calore e del Carbone ad un vestito fuori uso, osserva che è inutile rammendarlo.

Aggiungo anzi che questo vestito, confezionato dal prof. Ascoli, voltato e rivoltato dall'Ing. Fossa-Mancini, non è stato mai in uso, e non poteva esserlo, perchè costituito interamente di buchi, cuciti assieme senza filo (nè di logica, nè di matematica).

Il linguaggio della polemica.

Riguardo ai toni della polemica si è avuto già modo di constatarne l'asprezza nelle citazioni precedenti. E si potrebbero riportare passi ancor più taglienti: quando ad esempio Guglielmo commiserà i "poveri" ingegneri (alludendo al fatto che debbano studiare dal manuale del Grassi), o quando riferendosi a Grassi insieme agli altri due suoi avversari, li appella "in blocco i tre curiazi". Tuttavia mi sembra più interessante sottolineare un altro aspetto del linguaggio di questa polemica: cioè l'utilizzo massiccio, soprattutto da parte di Guglielmo ma non senza qualche scivolata anche di Grassi, di una terminologia ottocentesca, legata davvero all'antica teoria del calorico.

Si è già visto come si parli di calore "posseduto" dal gas.

Vengono spesso usati impropriamente, uno al posto dell'altro, i termini "temperatura" e "calore", come si può vedere in questo passo tratto dall'articolo di Guglielmo [177], *Sulle leggi di Poisson e dello stato aeriforme...* del 1916:

Anzitutto, a scanso di equivoci, è da notare che dq non indica la variazione del calore del gaz, ma bensì la quantità di calore che un grammo (se R ha il solito significato) di gaz riceve o cede e che solo in parte fa crescere o diminuire il calore del gaz, mentre in parte esso dq produce lavoro o è prodotto dal lavoro esercitato sul gaz.

C'è pure confusione tra i termini, e quindi anche sui concetti da questi termini espressi, "variazione di energia interna" e "quantità di calore", come si legge in un altro brano dell'articolo appena citato::

D'altronde la dipendenza della formola di Poisson dal principio della equivalenza è evidente *a priori*; essa dà lo stato finale d'un gaz contenuto in un recipiente impermeabile al calore, dopochè si son fatti variare la sua pressione o il suo volume e questo stato finale dipenderà dalla quantità di calore che viene prodotta dal lavoro impiegato o assorbita nella produzione di lavoro. ora questa quantità è appunto regolata dal principio d'equivalenza fra calore e lavoro.

Ed è proprio l'energia interna che sembra un concetto un po' ostico: si parla di calore che "consiste nell'energia meccanica molecolare che è prodotta da, o produce altra energia meccanica".

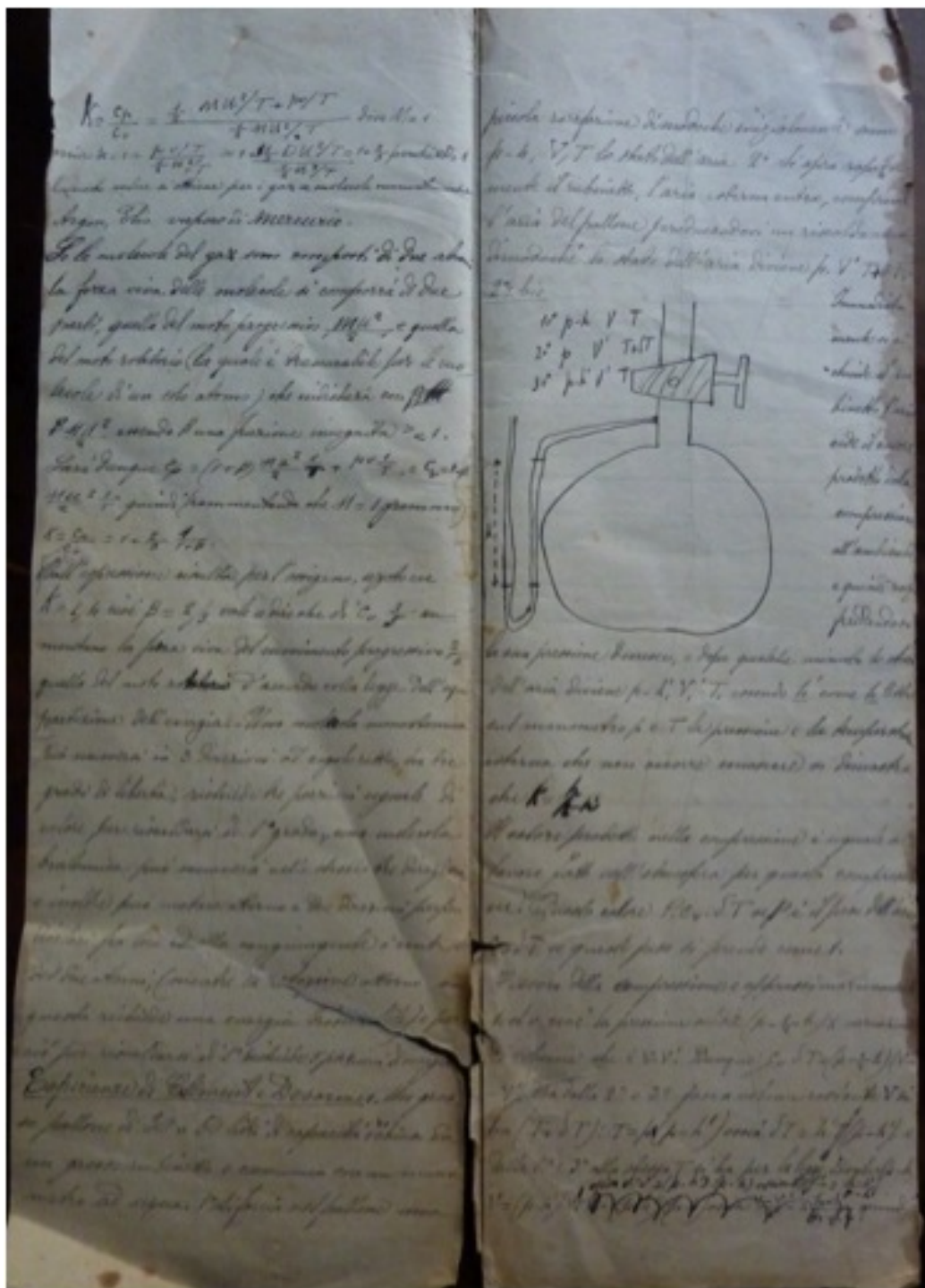
Si parla poi addirittura di "calore apparente" e di "calore latente" con evidente richiamo alla teoria del calorico libero e del calorico combinato di Laplace. Notiamo che qualche termine come "calore latente", seppure con un significato moderno ben preciso, persiste tuttora nella nostra terminologia dei passaggi

di stato.

La ricaduta della polemica sulla didattica

Dal manoscritto degli appunti delle lezioni di fisica sperimentale di Guglielmo, redatti da Teresa Mundula, si può fare un'indagine su come venissero proposti a lezione gli argomenti oggetto della polemica, a posteriori della polemica. Come si può vedere dalla figura, il testo della pagina dell'esperienza di Clément e Desormes è molto tormentato, con varie cancellature, soprattutto nella parte in cui si fa il bilancio energetico delle trasformazioni in esame. In questa sede Guglielmo non utilizza l'equazione di Poisson per ricavare il valore di k , ma pratica il faticoso metodo da lui proposto nell'articolo del 1914, basando però il bilancio energetico sul primo principio della termodinamica, proprio come gli era stato suggerito da Grassi.

Per quanto riguarda la dimostrazione dell'equazione di Poisson, essa è ricavata con l'usuale metodo classico dal primo principio della termodinamica, senza discostarsi da quanto esposto in tutti i manuali dell'epoca, ma anche odierni.



3.5 L'attività didattica

Come visto in precedenza, a partire dal 1892 Guglielmo tenne a Cagliari il corso di Fisica Sperimentale sia per il biennio comune della Facoltà di Scienze che per la Facoltà di Medicina. Fu preceduto da Angelo Battelli e lo sostituì Rita Brunetti nel 1928⁸². Dal 1911 al 1922 tenne anche il corso di Matematica per i chimici e i naturalisti. In seguito alla nascita del corso di Laurea in Fisica, nel 1923, e l'introduzione del secondo biennio, Guglielmo tenne dal 1924 al 1926 il nuovo corso di Fisica Complementare e nel biennio 1926-28 il corso di Fisica Superiore, che aveva sostituito il precedente Fisica Complementare. A livello nazionale, come accennato, in questi ultimi corsi venivano introdotti i primi cenni alla nuova fisica. A Cagliari sicuramente elementi di fisica quantistica e relativistica erano presenti nel corso di Fisica Superiore tenuto dalla Brunetti e successivamente da Zaira Ollano, come si evince sia dal programma presente in alcuni annuari⁸³, che dal libro *L'atomo e le sue radiazioni*[13], che costituisce una raccolta delle lezioni tenute da Rita Brunetti.

Per tutti i corsi tenuti da Guglielmo non si sono trovati i programmi ufficiali. Dall'anno accademico 1921-22 fu nominata aiuto di Guglielmo, Teresa Mundula che lo affiancò nell'attività didattica e che conservò preziosi appunti relativi a quel periodo.

Tra questi, ho potuto consultare due serie di appunti manoscritti⁸⁴, inediti, uno scritto da Teresa Mundula con titolo *Lezioni di Fisica Sperimentale*, non datato, e l'altro, scritto per mano di Guglielmo, datato 1923-24, su argomenti di Ottica Fisica.

Mentre i primi si riferiscono certamente al corso del primo anno del primo biennio, nel quale Teresa Mundula teneva le esercitazioni, gli appunti di Guglielmo, vista la datazione, sono stati in un primo momento associati al primo corso di Fisica Complementare, ma poi, facendo un confronto con gli argomenti di alcuni manuali dell'epoca[57], [12], [2], [20], ho ritenuto più probabile che si riferissero alle lezioni di Fisica Sperimentale del secondo anno del primo biennio, essendo il corso biennale.

Si riportano di seguito gli argomenti affrontati negli appunti *Lezioni di Fisica Sperimentale*

⁸²Annuari Università di Cagliari (dal 1892-93 al 1927-28).

⁸³Si veda ad esempio Annuario Università di Cagliari 1936-37

⁸⁴Archivio privato Crespellani-Mundula

Lezioni di Fisica sperimentale (DATA ?)

Misura delle lunghezze. Misura delle lunghezze con scala applicata. Errore di parallasse (prospettiva). Cannocchiali di lettura. Catetometro. Rettifica del catetometro. Apprezzamento delle frazioni. Teoria generale del nonio. Vite micrometrica. Macchina per dividere le linee rette in parti uguali. Comparatore. Micrometro di Fraunhofer. Oculare micrometrico e vite. Sferometro compasso.

Verificazione dell'ora. Verificazione dell'andamento di un orologio. Verifica dell'ora indicata da un orologio: 1) Collo strumento dei passaggi (Gnomone) 2) Colle determinazioni di una sola altezza del sole (o di una stella). Metodo delle altezze corrispondenti

Costituzione della materia. Coesione. Elasticità "ut tensio sic vis".

Elasticità: Leggi generali (2 leggi). Legge di Hooke; Elasticità di trazione o pressione unilaterale. Contrazione trasversale prodotta da una trazione. Coefficiente di Poisson. Variazione di volume di un filo o asta per effetto di una trazione. Determinazione del coefficiente di Poisson.

Compressibilità cubica dei solidi. Calcolo della compressibilità cubica. Misura diretta della compressibilità cubica.

Elasticità di torsione. Determinazione del momento di torsione di un filo.

Bilancia. Determinazione dello zero. Pesata per sostituzione.

Compressibilità dei liquidi.

Densità di un corpo. Peso specifico. Peso dell'unità di volume. Determinazione della densità dei solidi col metodo idrostatico. Densità delle polveri. Determinazione della densità dei liquidi. Varie forme di boccetta. Metodo idrostatico. Semplificazioni.

Densità assoluta di un gas. Regnault.

Legge di Avogadro.

Scoperta dell'Argon.

Coesione. Coesione nei liquidi. Adesione. Capillarità. Tubi capillari.

Equazione della superficie liquida. Equazione del profilo (sezione meridiana) di una goccia.

Tensione superficiale. Determinazione della tensione superficiale dei liquidi.

Metodo delle gocce cadenti. Cause di errore.

Equazioni fondamentali dell'idrostatica. Forze e pressioni

Forma della superficie di un liquido rotante con moto uniforme attorno ad un asse verticale.

Efflusso dei liquidi da un orifizio. Teorema di Torricelli. Efflusso per tubi capillari. Quantità di liquido effluito in un dato tempo. Contrazione della vena.

Equazione di Bernoulli. Pressione idrostatica e pressione idrodinamica. Pa-

radosso idrodinamico. Pressione di una vena o corrente liquida contro un ostacolo normale.

Legge di Boyle.

Esperienze a pressioni elevate. Doulong e Aragò. Regnault.

Barometro. Barometro Fortin. Barometro a sifone. Cause di errore. Correzione per la temperatura. Errore di capillarità. Distribuzione geografica della pressione. Direzione del vento.

Teoria cinetica. Numero (o proporzione) delle molecole di un gaz aria di una data velocità (entro dati limiti infinitesimi). Pressione nelle pareti. Legge di Avogadro. Valore della velocità molecolare media. Urti molecolari.

Pompe pneumatiche. Condizione per l'efficacia di una pompa. Rubinetto di Babinet. Pompe ad olio (Battelli pag 161). Pompe a caduta di mercurio di Sprengel. Pompe a caduta d'acqua. Pompe a getto d'acqua. Lampada di Bousen. Pompe a mercurio a palloni comunicanti. Pompa di Toepler. Pompe rotative.

Effusione dei gas. Effusometro. Traspirazione dei gas. Diffusione dei gas. Osmosi dei gas. Osmosi di liquidi. Diaframma semipermeabile.

CALORE

Temperatura. Calore.

Termometri a liquido. Punti fissi. Determinazione o verificaione dei punti fissi. Correzione per la colonna di mercurio sporgente. Punti fissi secondari. Riduzione facile dei gradi Fahrenheit in centigradi.

Pila termoelettrica.

Bolometro.

Misura della dilatazione lineare dei solidi. Corpi pochissimo dilatabili. Dilatazione lineare tra t e t' . Dilatazione cubica. Dilatazione dei cristalli.

Variatione della densità dei corpi colla temperatura.

Misura della dilatazione dei liquidi. Metodo di Doulong e Petit. Metodo del dilatometro. Risultati delle determinazioni. Misura della dilatazione termica dei gaz: 1° a volume costante; 2° a pressione costante.

Legge dello stato aeriforme ($PV=RT$).

Temperature assolute.

Leggi di Gay-Lussac.

Formule di Van Der Waals.

Valore di R . Calcolo del valore numerico di R .

Termometro ad aria.

Equazione di stato.

Quantità di calore. Caloria. Calore specifico.

Determinazione di calori specifici dei solidi. Metodo delle mescolanze. Correzioni.

Legge di Dulong e Petit.
Metodi per la determinazione dei calori specifici dei liquidi.
Misura delle quantità di calore. Misura del calore prodotto da una lampada a incandescenza.
Verificazione del contatore dell'energia elettrica.
Misura calorimetrica delle intensità delle correnti alternate e delle differenze di potenziale.
Determinazione del calore prodotto in una reazione chimica.
Calcolo della forza elettromotrice della coppia di Daniell.
Calorimetro di Bunsen. Calorimetro a condensazione di vapore. Calorimetro per raffreddamento.
Legge del raffreddamento di Newton.
Equivalenza calore-lavoro.
Espressione differenziale del lavoro fatto nella compressione isotermica di un gaz.
Espressione del lavoro esterno fatto da un corpo qualsiasi che si dilata.
Decremento della temperatura dell'aria al crescere dell'altitudine.
Causa della pioggia.
Calore specifico dei gaz a pressione e a volume costante secondo la teoria cinetica.
Esperienza di Clement e Desormes.
Differenziale del lavoro esterno.
Equazione di stato e caratteristica dei gaz perfetti.
Equazione del 1° principio della termodinamica.
Leggi di variazione di stato adiabatico.
Fusione. Influenza della temperatura. Influenza delle sostanze (fisse) disciolte nel liquido. Determinazione della densità di vapore. Metodo di Meyer.
Metodo di Gay-Lussac e Hoffman. Metodo di Dumas.
Pressione osmotica.
Legge di Roult.
Soluzioni elettrolitiche.
Stato igrometrico. Grado di umidità. Igrometro chimico. Igrometro a cappello. Igrometri a condensazione. Misura diretta della tensione del vapor acqueo. Misura aerostatica.

Si tratta di argomenti classici di meccanica e calorimetria affrontati con dettagliate descrizioni di apparati sperimentali, come in molti manuali dell'epoca.

Si riportano di seguito gli argomenti affrontati negli appunti di *Ottica Fisica*

Appunti Guglielmo-Mundula 1923-24

- p. 1 Ottica fisica
 - (Introduzione: Atomo e fenomeni ondulatori)
 - Fase della vibrazione
 - Ritardo di fase nelle vibrazioni indotte
 - Rappresentazione grafica delle fasi a distanze diverse
 - Principio di Doppler
- p. 6 Interferenze
 - Colori delle bolle di sapone e delle lamine sottilissime
 - Anelli di Newton
 - Determinazione della lunghezza d'onda
 - Apparecchio di Fizeau per la determinazione della dilatazione termica dei cristalli
 - Interferenze prodotte dalle lamine spesse, piane e parallele
 - Rifrattometro interferenziale di Jamin
 - Altri modi di produrre le interferenze
- p. 23 Composizione delle vibrazioni
- p. 27 Diffrazione. Principio di Huygens
 - Reticoli di diffrazione
 - Limite al potere risolvibile dei cannocchiali (fenomeni naturali dovuti alla diffrazione)
 - Doppia rifrazione
- p.39 Polarizzazione della luce
 - Polarizzazione per riflessione e rifrazione
 - Teoria della riflessione e rifrazione semplice
 - Polarizzatori e analizzatori
 - Interferenza della luce polarizzata (polarizzazione cromatica)
 - Lamina parallela all'asse ottico (raggi paralleli)
 - Lamina perpendicolare all'asse ottico (raggi paralleli)
 - Rotazione del piano di polarizzazione
 - Polarimetri e saccarimetri
- p. 63 Aberrazione planetaria e stellare
- p. 65 Principio di Doppler - Fizeau
- p. 67 Trasporto parziale dell'etere per corpi trasparenti in movimento
- p. 69 Esperienze di Michelson e Morley
- p. 71 Contrazione dei corpi nella direzione del loro movimento
- p. 72 Postulati di Einstein
 - Ascissa di un punto rispetto ad un regolo in moto
- p. 74 (ottica geometrica)

Riflessione

Deviazione prodotta da riflessioni multiple sopra due specchi

Sestante marino

Rifrazione

Indice assoluto di rifrazione

p. 83 Spettrometri

p. 84 Misura ottica dell'angolo delle due facce di un diedro

p. 84 Oculare di Gauss

p. 85 Misura della deviazione minima e dell'indice di rifrazione (assoluto)

p. 86 Rifrattometro con riflessione totale

p. 87 Dispersione della luce

p. 88 Oggetti estesi visti attraverso un prisma

p. 88 Condizioni per ottenere uno spettro puro

p. 89 Spettroscopi ad uno o più prismi

p. 90 Spettroscopi a visione diretta di Amici

p. 91 Analisi spettrale

Formula di Balmer

p. 94 Spettri d'assorbimento

p. 94 Principio di Kirchhoff Righe di Fraunhofer

p. 95 Raggi infrarossi ed ultravioletti

p. 96 Serie di righe spettrali . Formule di Balmer, Rydberg ecc

p. 98 Raggi X

Spettri dei raggi X

p. 101 Alcune leggi generali dell'energia raggiante

Legge di Lambert

Quantità di luce emessa da un elemento di superficie in tutte le direzioni.

Influenza della distanza

Influenza dell'angolo di incidenza

p. 103 Specchi sferici e lenti: proprietà fondamentale

Costruzione geometrica delle immagini di un oggetto

Ingrandimento e impicciolimento delle immagini

Costruzione dell'immagine virtuale

Lenti spesse e sistemi di lenti

Determinazione della distanza focale di una lente convergente

Calcolo elementare di una lente acromatica

Difetti delle lenti: Aberrazione

Cromatismo

Aberrazione di sfericità

Astigmatismo

Curvatura delle immagini

Distorsione

- p. 111 Strumenti ottici
 Camera oscura
 Apparecchi di proiezione
 Microscopio solare
 Obbiettivi fotografici, acromatico semplici e acromatici doppi
 Microscopio semplice
 Oculari di Huygens, di Ramsden
 Microscopio composto
- p. 118 Cannocchiale.

È da notare che in questi appunti compaiono cenni ad argomenti di spettroscopia, struttura atomica e relatività.

3.6 Conclusioni

La figura che emerge di Giovanni Guglielmo, lungi dall'essere liquidata con quella di un anonimo fisico minore di un'Università secondaria, è assai complessa e presenta aspetti contraddittori.

Un'infaticabile attività rivolta verso i più disparati campi della Fisica, lo vede impegnato principalmente in ambito applicativo-sperimentale, con qualche incursione in campo teorico.

Un linguaggio talora un po' arcaico e l'arroccamento a teorie superate, come quella della conservazione del calore, si accompagnano a momenti di intuizione, come l'idea di poter utilizzare i raggi catodici per lo scattering, che precorre di più di dieci anni esperienze che sarebbero diventate pietre miliari della storia della fisica.

La figura di Giovanni Guglielmo mi sembra ben delineata da una frase estrapolata dalla relazione della Commissione per il concorso a Palermo nel 1890:

Il Guglielmo nei suoi lavori da' prova sempre di attitudine alle ricerche sperimentali; egli sa giovare anche di piccoli mezzi per eseguire le sue esperienze, e non v'ha dubbio che in un laboratorio ben fornito egli saprebbe condurre a termine ricerche di maggiore importanza.

Capitolo 4

Rita Brunetti (1890-1942)

Rita Brunetti (Milano 1890 - Pavia 1942) è stata oggetto di diversi studi, sia nell'ambito della rivalutazione di quei decenni precedenti l'attività di Enrico Fermi e fino a circa un ventennio fa quasi completamente obliati, settore in cui si inserisce d'altronde anche questa tesi, sia nell'ambito degli studi di genere, essendo stata Rita Brunetti non solo la prima donna ordinaria di Fisica in Italia, ma anche la prima direttrice di un Istituto di Fisica, per l'appunto quello di Cagliari, che guidò dal 1928 al 1936, anche se durante la Prima Guerra Mondiale, seppure non ufficialmente, aveva già retto l'Istituto di Fisica di Arcetri di Antonio Garbasso, dando già prova delle sue capacità sperimentali e organizzative.

Per una sua biografia estesa e per un'analisi sistematica della sua produzione scientifica rimando dunque agli studi elencati di seguito, riservandomi in questa sede di approfondire solo qualche aspetto legato alla sua attività a Cagliari.

Si trova una completa biografia e una panoramica della sue opere nel sito SCIENZA A DUE VOCI¹, che fornisce un dizionario biografico delle scienziate italiane. Esso è coordinato da Raffaella Simili, ordinaria dell'Università di Bologna, nell'ambito di un progetto, attivo già dal 1999, mirato a ricostruire “il ruolo svolto dalle donne nel progresso e nella diffusione delle conoscenze scientifiche, anche secondo una prospettiva di genere”.

Si danno di seguito i riferimenti bibliografici in ordine cronologico:


OLLANO ZAIRA, *In memoria di Rita Brunetti*, N.C., Nuova Serie, agosto-ottobre 1942

¹<https://scienzaa2voci.unibo.it>

MINISTERO

STATO MATRICOLARE

Cognome e nome Brunetti Rita
 figlio del fu Cesare e della fu Edvige Longhi
 Nato a Milano provincia di Milano addì 23 giugno 1890
 Se celibe, ammogliato o vedovo nubile
 Rendita propria o dotale _____

ASPETTO	SALUTE		STUDI E LAVORI DI UFFICIO DI SPECIALE IMPORTEZZA PUBBLICAZIONI IN MATERIA AMMINISTRATIVA O UFFICIALE
	<u>ottima</u>		
TITOLI DI STUDIO		Data del giuramento <u>10 settembre 1918</u>	
<u>Laurea in Fisica</u> <u>libera docenza in Fisica</u>			
Lingue straniere			
che sa parlare o leggere	che sa scrivere		
<u>francese</u> <u>inglese</u> <u>tedesco</u> <u>spagnolo</u>	<u>francese</u> <u>inglese</u>		

Stato di famiglia

	Cognome e nome	nato a	il	CONVIVENTI				OSSERVAZIONI
				a carico		Non conviventi ma a carico		
				totale	partite	totale	partite	
Moglie								
Figli								
Altri parenti conviventi	<u>Cesare Brunetti</u>							<u>fratello</u>

Figura 4.1: Stato di servizio di Rita Brunetti, A.C.S., Roma.

SPECCHIA ORAZIO, *Rita Brunetti*, tratto da Annuario dell'Università di Pavia a.a. 1942-43

CAMPRINI SONIA, *Rita Brunetti (1890-1942): tra fisica sperimentale e fisica teorica*, Tesi di Laurea in Fisica presso l'Università di Bologna, relatore prof. Giorgio Dragoni, co-relatore dr. Giovan Battista Porcheddu, A.A. 1996-1997

CAMPRINI SONIA, PORCHEDDU GIOVAN BATTISTA, *La storia degli strumenti di fisica coincide con la storia della fisica stessa: Rita Brunetti (1890-1942), tra fisica sperimentale e fisica teorica*, in *Atti del XVIII congresso di storia della fisica e dell'astronomia*, a cura di P. Tucci, Milano, Università degli studi di Milano, Istituto di fisica generale applicata, sez. di storia della fisica, 1999, pp. 2-11

CAMPRINI SONIA, GOTTARDI GIORGIO, *Rita Brunetti's Life: Her Educational and Scientific Activity*, in *History of Physics and Astronomy in Italy in the 19th and 20th Centuries*, edited by L. Gariboldi and P. Tucci, 2001, pp. 117-126

CAMPRINI SONIA, GOTTARDI GIORGIO, *Antonio Garbasso and Rita Brunetti the other view*, in *More than Pupils. Italian Women in Science at the Turn of the 20th Century*, edited by V.P. Babini, R. Simili, Firenze, Olschki, 2007, pp. 149-158.

Dovrebbe essere inoltre in via di pubblicazione un libro di Gottardi interamente su Rita Brunetti; pur essendo a conoscenza da tempo dell'esistenza delle bozze, non si è ancora avuto tuttavia notizia dell'avvenuta pubblicazione.

Come la maggior parte dei professori non sardi, Rita Brunetti passò a Cagliari come una meteora, vi rimase il tempo necessario per la carriera accademica e volò via verso un'Università meglio dotata strumentalmente, più prestigiosa e ben inserita in un contesto di scambi culturali e scientifici, quale era l'Università di Pavia.

Pure nella sua breve permanenza, Rita Brunetti seppe dare un'impulso non indifferente all'Istituto di Fisica di Cagliari, sia sul piano della didattica, sia sul piano della ricerca e della riorganizzazione delle dotazioni del laboratorio, sia sul piano della fondazione di quella che può chiamarsi, seppure agli albori,

una “scuola”.

Nativa di Milano, allieva esterna in matematica alla scuola Normale di Pisa, laureata in Fisica a Pisa nel 1913 con Occhialini, Rita Brunetti si trasferì poi a Firenze sotto la guida di Garbasso ed entrò in contatto con fisici della portata di Fermi, Carrara, Rasetti, Persico. Dal 1926 al 1928 fu professore straordinario a Ferrara, ma insegnava e lavorava a Bologna, dove ebbe come studente Bruno Rossi. Dopo il periodo cagliaritano, nel 1936 si trasferì a Pavia, portandosi con se la sua fedele collaboratrice Zaira Ollano e un suo brillante studente, Mario Ladu. A Pavia insegnò e diresse l'Istituto fino alla sua morte precoce nel 1942.

Rita Brunetti fece domanda di trasferimento a Cagliari con lettera 15 luglio 1928². La Facoltà di Scienze di Cagliari

*essendo noti ai suoi componenti lo zelo e il valore della Sig.na Brunetti, come insegnante e come studiosa, è ben lieta di proporre a voti unanimi il suo trasferimento dalla Cattedra di Fisica dell'Università di Ferrara a quella di Fisica sperimentale dell'Università di Cagliari*³

Il Ministro, vista la proposta della Facoltà di Scienze di Cagliari, vista la dichiarazione di concorso dell'interessata, decreta il suo trasferimento a Cagliari a decorrere dal 1° novembre 1928 e un suo innalzamento di grado e di stipendio.

Il concorso a cui si riferisce il Ministro⁴ è quello per la cattedra di Fisica Sperimentale a Bari, nel quale Rita Brunetti risultò seconda, dopo Polvani e prima di Pacini e in cui

*Concordemente la Commissione riconosce che per i suoi titoli scientifici e didattici la sig.na Brunetti è altamente meritevole di coprire una cattedra universitaria*⁵

Appena arrivata a Cagliari, come era d'uso in quegli anni, di fronte al Rettore e ad altri funzionari testimoni, fece giuramento di fedeltà al Re e al rispetto dello Statuto e ai suoi doveri di insegnante.

Non era stato ancora introdotto in quella data il giuramento al partito

²A.C.S., M.P.I., D.G Istruzione superiore, Miscellanea delle divisioni I,II,III, fascicoli prof. Ordinari 1929-45. Busta 43.

³A.C.S., M.P.I., Direzione Generale d'Istruzione superiore, Concorsi a cattedra (1924-1954), b. 12, seduta di Facoltà del 20 luglio 1928.

⁴Rita Brunetti aveva già partecipato anche al concorso per la cattedra di Fisica all'Università di Ferrara, nel quale era risultata seconda.

⁵A.C.S., M.P.I., Direzione Generale d'Istruzione superiore, Concorsi a cattedra (1924-1954), b. 12.

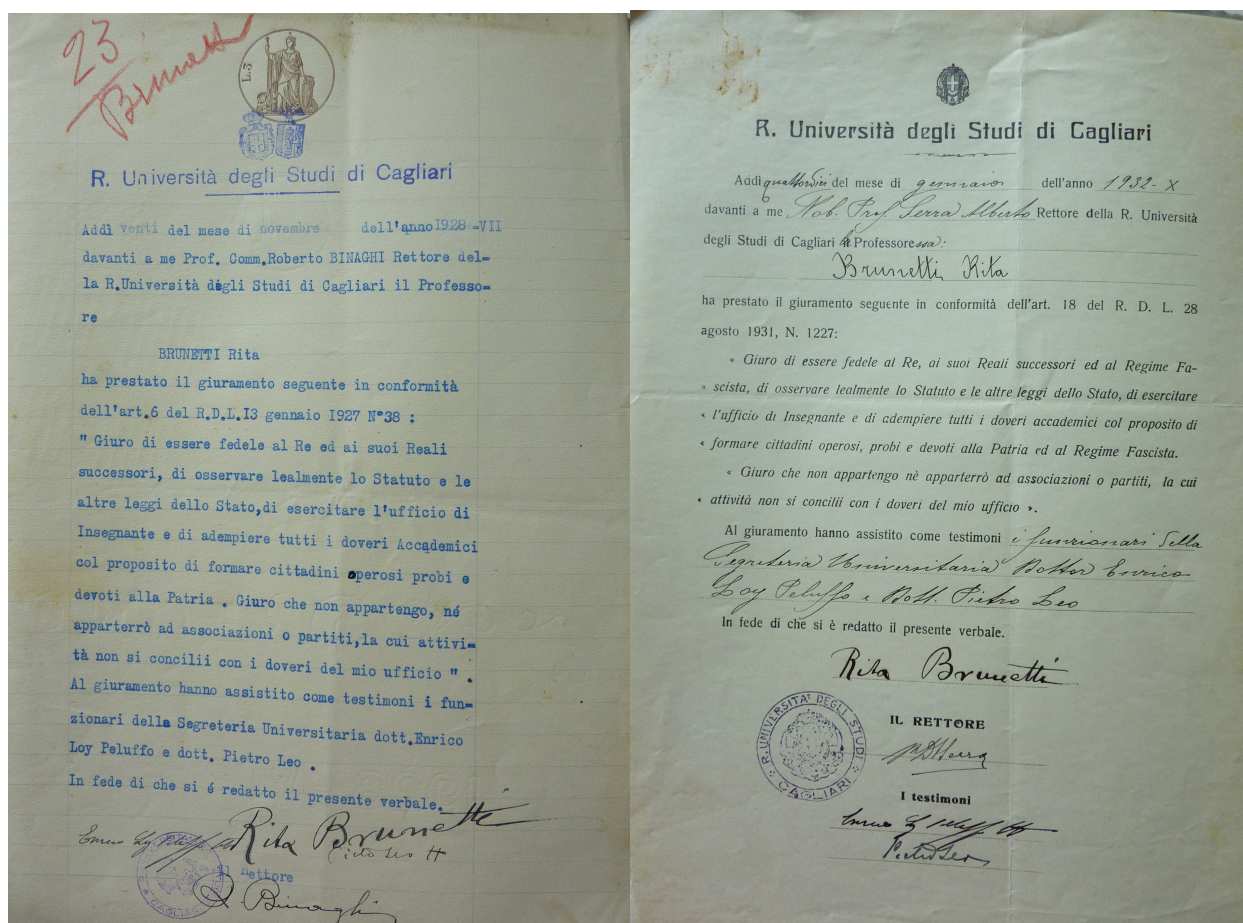


Figura 4.2: A.C.S., M.P.I., DG Istruzione superiore, Miscellanea delle divisioni I,II,III, fascicoli prof. Ordinari 1929-45. Busta 43.

fascista, ciò che avverrà con R.D.L. 1931, n1227, in conformità al quale è fatto il giuramento, sempre a Cagliari, del 1932. Motivo di malumore o di imbarazzo per altri suoi colleghi universitari, non costituì sicuramente un problema per Rita Brunetti che fu sempre vivida sostenitrice del fascismo, chiedendo addirittura di farsi seppellire con la divisa del partito.⁶

Alla richiesta, già dal 1926, da parte del Ministro della Pubblica Istruzione di informazioni riservate sulla condotta morale, civile e politica sulla prof. Rita Brunetti, il prefetto aveva infatti risposto che ella “risulta di buona condotta in genere e segue, con simpatia, le direttive del Governo Nazionale”⁷

Perdura tuttoggi il sospetto, anche se mai fondato su prove oggettive, che anche i suoi orientamenti politici possano aver influito in una certa misura nella destituzione dall’incarico di Teresa Mundula, aiuto di Guglielmo dal 1921 e appartenente a una famiglia in vista di Cagliari di orientamento notoriamente anti-fascista. D’altronde la Brunetti fu solo zelante nell’applicare i regolamenti in merito alle assunzioni del personale assistente, secondo i quali la Mundula non possedeva più i requisiti per la posizione fin a quel momento occupata. E comunque si sa⁸ di problemi familiari della Mundula in quegli anni legati alla nascita della terza figlia e alla morte della madre, eventi che richiedevano un maggiore impegno in casa con conseguente minore disponibilità in dipartimento, ciò che era incompatibile con i ritmi di lavoro richiesti dal nuovo direttore dell’Istituto, che, sul suo esempio, pretendeva anche dai suoi collaboratori dedizione totale agli studi e alla ricerca. Tuttavia, dopo un anno di lavoro con la Mundula, la Brunetti scriverà per lei una lettera di raccomandazione e si adopererà cercando addirittura di intercedere personalmente col Ministro tramite le sue conoscenze, nel tentativo, peraltro fallito⁹ di farle riconoscere il diritto all’insegnamento nelle scuole medie, visto il suo servizio all’Università.¹⁰

Zaira Ollano (1904-1997) che nei due anni precedenti aveva lavorato con Guglielmo in qualità di assistente, mentre Teresa Mundula era aiuto¹¹, dal 1928-29 iniziò anche lei a lavorare con Rita Brunetti¹² diventando presto sua

⁶OLLANO ZAIRA, *In memoria di Rita Brunetti*, N.C., Nuova Serie, agosto-ottobre 1942.

⁷A.C.S., M.P.I, Direzione Generale Istruzione superiore, lettere rispettivamente 20 novembre e 13 dicembre 1926.

⁸Fonti orali della famiglia Crespellani Mundula.

⁹A Teresa Mundula non venne infatti riconosciuto un esame di Fisica, sostenuto per poter insegnare Fisica nonostante fosse laureata in Chimica e anche in Scienze Naturali.

¹⁰Archivio privato Crespellani Mundula.

¹¹L’aiuto era un gradino sopra l’assistente. Anche economicamente, lo stipendio iniziale di un aiuto nel 1928-29 era di 7500 lire contro le 7000 lire di un assistente mentre il servizio attivo ammontava a 1000 lire per un aiuto contro le 500 lire per un assistente. Da Annuario Regia Università di Cagliari 1928-29.

¹²Nel 1928-29, primo anno sotto la direzione della Brunetti, vi è ancora Ollano assistente

fedelissima collaboratrice.

A Cagliari Rita Brunetti divenne ben presto professore stabile, e la sua intensa attività di rinnovamento dell'Istituto sia sul piano scientifico che su quello didattico venne unanimemente riconosciuta, come ben dimostrano le parole della Relazione della Facoltà di Scienze per la sua promozione:

Quando si rese vacante la cattedra di Fisica Sperimentale della R. Università di Cagliari, verso la fine dell'anno accademico 1927-28, la Facoltà preoccupandosi di dare all'Istituto fisico un Titolare che rispettasse l'importanza della Cattedra ed offrisse serie garanzie di attività scintillante e didattica, decise di chiamare la signorina Brunetti Rita, professore non stabile nella lib. Università di Ferrara, salita ormai con le sue ricerche in chiara fama di sperimentatrice e nota come docente coscienziosa; ottenuto pertanto il suo consenso con voto unanime del 20 luglio 1928, la Facoltà di Cagliari ne propose al Ministero il trasferimento a Cagliari. Si ebbe presto la dimostrazione che la scelta fatta non avrebbe potuto essere migliore.

La sig.na prof. Brunetti, venuta a Cagliari il 1° novembre 1928, con una comprensione immediata dei bisogni dell'Istituto che era chiamata a dirigere, affrontò senza ritardo il grave problema di una radicale riorganizzazione della Scuola e del Laboratorio in armonia con le moderne esigenze. Mediante sussidi straordinari, da lei richiesti ed ottenuti dal Ministero e dagli Enti Consorziali e Privati della Città e Provincia di Cagliari, iniziò e condusse alacremente l'opera di rinnovamento, superando notevoli difficoltà dovute a deficienza di locali, di materiale scientifico, di impianti e di personale. Con energia fattiva, volontà ferma e rapida decisione non disgiunta da un'opportuna oculatezza, provvide da prima ai bisogni più urgenti, traendo il massimo partito dalle poche risorse locali ed utilizzando all'estremo lo scarso arredamento esistente nell'Istituto. Rifornì la biblioteca interna con pregevoli opere recenti ed iniziò il completamento di quelle manchevoli più importanti.

Con uno zelo superiore ad ogni elogio adempì ai doveri accademici, prendendo parte attiva alla vita della Facoltà, coordinando il suo insegnamento con quello dei Colleghi e cercando di renderlo efficace in relazione con i bisogni delle diverse scuole. I Corsi di lezione da lei impartiti furono quelli di Fisica sperimentale, di

e Mundula aiuto. Dall'anno successivo cesserà l'incarico per Mundula e prenderà il suo posto di aiuto Ollano con assistente incaricato Pasqualino Fadda.

Fisica Superiore e di Fisica per i Medici (quest'ultimo a titolo gratuito). A questi corsi la prof. Brunetti diede impronta personale ed intensa attività, in armonia con la sua estesa cultura e con l'indirizzo moderno delle sue ricerche. Il suo amore e la sua attività per la ricerca scientifica si manifestarono subito di riflesso anche negli assistenti ed allievi suoi, ai quali ultimi affidò tesi di laurea interessanti, che, elaborate sotto la sua attenta guida, diedero risultati originali. La prof. Brunetti ha saputo attirare verso di sé numerosi allievi dai corsi preparatori della Facoltà di Scienze ed una Scuola va formandosi, sotto la sua esperta guida, che promette di diventare fiorente.

Della sua produzione scientifica e di quella dei suoi allievi nel breve periodo di sua permanenza a Cagliari, non deve riferire la Facoltà; si fa notare qui tuttavia che, malgrado l'enorme dispendio di tempo richiesto dai rinnovamenti radicali dei laboratori e dalle lezioni ed esercitazioni, la prof. Brunetti trovò il modo di iniziare ricerche di varia indole, i cui risultati sono già in parte pubblicati.

La Facoltà di Scienze della R. Università di Cagliari è ben lieta di esprimere in questa Relazione il proprio consenso e l'unanime ammirazione per l'attività svolta dalla degnissima Collega, augurandosi che la sua opera presso lo Studio di Cagliari sia nota ed apprezzata da Chi è chiamato a giudicarla per la sua promozione a Professore Stabile.¹³

Si ha notizia di richiesta di trasferimento a Pavia da parte della Brunetti già dal 1933¹⁴, richiesta favorevolmente accolta dal Rettore dell'Università di Pavia ma negata dal Ministro.¹⁵

Nel 1934, in seguito alla nomina da parte del Consiglio Nazionale delle Ricerche come Membro per la Fisica, Rita Brunetti compie un viaggio di aggiornamento che la porterà a indagare strumentazioni e metodi di ricerca dell'Institut du Radium di Parigi, dell'Istituto privato di De Broglie e del Cavendish Laboratory di Cambridge.¹⁶

¹³Verbale della seduta della Facoltà di Scienze di Cagliari del 12 dicembre 1929, A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., Miscellanea delle divisioni I,II,III, fascicoli prof. Ordinari 1929-45.

¹⁴A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., Miscellanea delle divisioni I,II,III, fascicoli prof. Ordinari 1929-45, Busta 43, lettera 28 gennaio 1933.

¹⁵Il Ministro rifiuta il trasferimento della Brunetti all'Università di Pavia in quanto "in seguito all'emanazione del R.D. 16 febbraio 1933 n 161, manca il posto di ruolo di ruolo disponibile presso la facoltà medesima". A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., Miscellanea delle divisioni I,II,III, fascicoli prof. Ordinari 1929-45. Busta 43, lettera 1 maggio 1933.

¹⁶[16], tesi di laurea di Sonia Camprini, a.a. 1996-97.

Purtroppo per Cagliari, nel 1936 viene accolta dal Ministro la richiesta di trasferimento della Brunetti da parte della Facoltà di Scienze dell'Università di Pavia. Il trasferimento, che avrà decorrenza dall'ottobre 1936, è fortemente caldeggiato dalla Facoltà di Pavia, oltre che per il valore scientifico e didattico della docente, per un altro aspetto della ricerca della Brunetti per cui vale la pena riportare la citazione:

... mentre i rapporti della Fisica con le Scienze Matematiche o Chimiche sono già sufficientemente assicurati da varie cattedre di ruolo, non si ha ancora nessuna cattedra che ne assicuri i rapporti con quelle biologiche, rapporti dei quali la grande importanza, già in passato affermata dall'opera di L. Galvani, C. Matteucci, I.R. Mayer, Helmholtz e altri tornano sotto diversi e nuovi aspetti di notevole valore per gli studi biologici della Facoltà di Scienze e anche come utile appoggio a quelli della Facoltà di Medicina. [...] è perciò utile che la nuova cattedra sia destinata alla Fisica Biologica [...]

... in particolare essa [Rita Brunetti] con alcune ricerche sperimentali sulle radiazioni mitogeniche e con la sua opera di insegnante ha dimostrato una particolare inclinazione e competenza per gli studi Biologici connessi con la Fisica, e perciò essa appare particolarmente indicata per coprire la cattedra di Fisica Biologica.¹⁷

Si chiedeva così parere al Consiglio Superiore dell'Educazione Nazionale riguardo alla nuova denominazione di uno dei corsi di Fisica sperimentale, ciò che avrebbe comportato la corrispondente modifica dello Statuto, e sulla idoneità della Brunetti a ricoprire tale nuova Cattedra.

A testimonianza della rigidità del sistema, nessun corso di Fisica Biologica comparirà nell'annuario di Pavia del 1936-37 e Rita Brunetti sarà chiamata a ricoprire la cattedra di Fisica Sperimentale.¹⁸

E fu così che Cagliari perse l'opera preziosa di Rita Brunetti.

Nell'anno del trasferimento della Brunetti, 1936-37, i suoi corsi di Fisica sperimentale e di Fisica superiore insieme alla direzione dell'Istituto, per incarico, passarono a Zaira Ollano che comunque non cessò dal suo incarico di aiuto (di se stessa!). È evidente il momento di sbandamento. L'anno successivo Zaira Ollano raggiungerà la maestra a Pavia come professore incaricato

¹⁷Seduta della Facoltà di scienze dell'Università di Pavia 18 gennaio 1935. A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., Miscellanea delle divisioni I,II,III, fascicoli prof. Ordinari 1929-45. Busta 43.

¹⁸Lettera del Ministro 31 luglio 1936. A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., Miscellanea delle divisioni I,II,III, fascicoli prof. Ordinari 1929-45. Busta 43.

di Fisica superiore e Ivo Ranzi (Pergola 1903 - Bologna 1985) prenderà la guida dell'Istituto e l'incarico per Fisica superiore e per Fisica Teorica, corso quest'ultimo per la prima volta introdotto a Cagliari.

4.1 La didattica

Durante la permanenza a Cagliari Rita Brunetti tenne sempre i due corsi di Fisica sperimentale e Fisica superiore, più il corso di Fisica per Medicina e Farmacia (annuale).

Con l'arrivo della Brunetti vengono pienamente introdotti nella didattica a Cagliari, nel corso di Fisica superiore, i concetti della nuova fisica, relativistica e quantistica. Dopo un'iniziale cautela, già dal 1919 in un lavoro sulla produzione dei raggi X la Brunetti aveva espresso una posizione netta a favore della teoria dei quanta utilizzando a pieno i nuovi strumenti teorici per l'ordinamento dei dati spettroscopici.[19]

Due volumi litografati, di cui ho potuto consultare gli esemplari appartenuti a Giuseppe Frongia e a me gentilmente prestati da Francesco Raga, contengono il *Corso di lezioni di FISICA SPERIMENTALE dettate dalla prof. Rita Brunetti e raccolte dagli studenti R. e G. Vanzetti*, suddiviso in due parti relative a due diversi anni di insegnamento. Leggiamo nell'introduzione:

Il campo della fisica sperimentale si può dividere in due parti: la prima di esse comprende lo studio dei fenomeni non caratterizzati da movimenti oscillatori, o comunque periodici; la seconda comprende i fenomeni del genere suddetto. La prima parte che sarà oggetto di questo corso, tratta la Meccanica, all'infuori di quanto riguarda i moti oscillatori, la Calorimetria e la Termodinamica e l'Ottica esclusi i fenomeni di interferenza e di diffrazione; infine l'Elettrostatica e l'Elettromagnetismo, limitatamente ai fenomeni che riguardano le correnti continue.

Data la relativa brevità del corso non ci potremo estendere con uguale larghezza in ogni parte del nostro campo di studio e quindi presupporremo nello studente alcune cognizioni di fisica elementare.

Per alcune parti ci limiteremo a chiarire i concetti fondamentali, lasciando allo studente i singoli particolari. Ogni volta che se ne presenterà l'occasione faremo quelle applicazioni pratiche che sembreranno più utili per gli studenti che frequentano questo [corso] qualunque sia la specialità da essi prescelta.

La suddivisione degli argomenti era dunque questa

PARTE I	PARTE II
Meccanica	Moti vibratori
Calorimetria	Acustica
Termodinamica	Ottica ondulatoria e anelli di Newton
Ottica geometrica	Elettricità
Elettrostatica ed Elettromagnetismo (correnti continue)	

Un anno si trattava la prima parte e l'anno successivo la seconda parte.

In esso non sono trattati concetti di fisica relativistica o fisica dei quanti. Il corso presenta un carattere fortemente sperimentale con largo spazio alle applicazioni, come detto nell'introduzione, ma soprattutto alle esperienze storiche. I vari metodi sperimentali illustrati per ottenere valori di grandezze o verifiche di leggi sono inseriti tuttavia in un'impalcatura concettuale fortemente coerente, che non perde mai la visione generale e la struttura gerarchica degli argomenti. Rispetto alle lezioni di Guglielmo e al suo tipo di impostazione metodologica, mi sembra ci si dilunghi molto meno nella descrizione dettagliata degli strumenti con tutte le particolarissime varianti, quasi che il corso fosse già una guida al laboratorio. Probabilmente certi dettagli "più pratici" venivano trasmessi direttamente dalla Brunetti nel laboratorio. Negli annuari non compare un programma separato per il corso di Fisica sperimentale per Medicina e Farmacia, anche se verosimilmente esso doveva essere differente in estensione, essendo questo corso annuale, e in contenuti, visto le competenze della Brunetti nell'applicazione della Fisica alla biologia, rispetto al corso per le lauree scientifiche.

Le sue lezioni del corso di Fisica superiore sono state invece raccolte in un libro edito da Zanichelli nel 1932, *L'atomo e le sue radiazioni*. Esso è testimonianza dello sforzo didattico dell'autrice, la quale afferma nella prefazione

Il presente libro raccoglie le lezioni di un corso di Fisica superiore tenuto ai miei allievi presso la regia Università di Cagliari. Non sarà quindi difficile riscontrare nello sviluppo delle sue parti, che è elementare, un non sempre giusto equilibrio di proporzioni imposto dalla condizioni d'origine. Tanto più che, salvo qualche aggiunta (XI e XII) o ritocco (VI e IX) al libro è rimasto l'andamento del corso.

Di seguito si riporta l'indice

- Cap. I. L'atmosfera elettronica dell'atomo
 Cap. II. Il nucleo atomico: a) La carica nucleare; b) Le masse nucleari
 Cap. III. L'origine del quanto d'energia e la determinazione del quanto d'azione: a) La legge del Planck; b) L'effetto fotoelettrico; e) I raggi X; d) I quanti come corpuscoli
 Cap. IV. I livelli energetici interni dell'atomo e il processo di emissione dei raggi X caratteristici: a) Le discontinuità d'assorbimento; b) Il meccanismo d'emissione dei raggi X caratteristici
 Cap. V. I potenziali critici degli elementi e i livelli energetici esterni dell'atomo
 Cap. VI. I livelli dei metalli alcalini e delle loro sequenze isoelettroniche
 Cap. VII. Confronto fra i livelli interni degli atomi pesanti e gli esterni degli atomi a un solo elettrone ottico. Il sistema periodico degli elementi
 Cap. VIII. I momenti magnetici dell'atomo e l'effetto Zeeman
 Cap. IX. Il modello vettoriale dell'atomo: a) Il modello per l'atomo a un solo elettrone ottico; b) Il modello per l'atomo a più di un elettrone ottico e il principio del Pauli
 Cap. X. Sugli atomi a più di un elettrone ottico
 Cap. XI. Il campo elettrico e le righe spettrali: a) L'effetto Stark-Lo Surdo; b) Fenomeni che dipendono dall'azione del campo elettrico sulle radiazioni
 Cap. XII. Magnetismo e spettroscopia: a) Il paramagnetismo; b) Il momento magnetico del nucleo atomico.

Come si può vedere dall'indice, gli argomenti trattati nel corso coprivano lo stato di conoscenza dell'epoca per quanto riguarda la struttura dell'atomo e i processi di emissione e assorbimento che in esso hanno luogo.

I principi utilizzati per l'interpretazione dei fenomeni descritti e dei dati sperimentali esposti sono propri delle modernissime fisica ondulatoria e fisica quantistica. Tali principi sono tuttavia riportati in maniera funzionale alla comprensione degli argomenti che in generale sono esposti con impostazione prettamente sperimentale, come la Brunetti stessa afferma, avendo ella:

... il desiderio di esporre la fisica atomica in modo che risulti chiaramente separato quanto in essa è fondato sul lavoro sperimentale e quanto invece non è che un'integrazione della teoria.[...] Perciò i concetti e le formule che l'esperienza ha abbozzato o intuito sono stati nel testo, dove era opportuno, completati da quelli che le nuove meccaniche hanno suggerito.

Non vi è affermazione circa l'interpretazione di un fenomeno che non venga giustificata dall'analisi dei dati ottenuti in esperimenti di cui si riportano gli autori, la descrizione e le figura degli apparati sperimentali utilizzati e talora anche le foto originali di spettri o di camere a bolle, fotografie fornite personalmente all'autrice dagli autori stessi degli esperimenti del calibro di L. Meitner, Blachet, Aston, De Broglie, Zeeman che la Brunetti ringrazia nella prefazione.

I concetti di relatività e di fisica quantistica vengono quindi spiegati e analizzati più a fondo dove occorra nel testo; e così "i concetti relativi alla struttura quantistica della radiazione del Planck e dell'Einstein" vengono introdotti nel terzo capitolo, appena si rendano indispensabili per proseguire la descrizione e comprensione dei livelli energetici osservati sperimentalmente; invece il concetto di massa relativistica, è spiegato fin dalle prime pagine del primo capitolo, dove la Brunetti riporta la formula teorica della massa secondo la teoria di Lorenz-Einstein, facendo notare che la massa dell'elettrone cambia con la velocità. Immediatamente, come è suo caratteristico modo di procedere, cita l'esperimento con il quale l'affermazione teorica è stata verificata, indicando gli autori, l'anno e i range di velocità utilizzati nell'esperimento. Descrive quindi accuratamente l'apparato sperimentale, in questo caso un tubo a raggi catodici precedentemente descritto, e dopo aver illustrato i passaggi matematici e le procedure sperimentali, riporta il grafico dove i dati sperimentali sono comparati alla curva teorica. Sempre a mo' di esempio del suo modo di procedere e di come i nuovi concetti, lungi dall'essere introdotti nozionisticamente, sono funzionali alle trattazioni seguenti, continuo a citare come l'autrice utilizzi subito la peculiare variazione di massa relativistica che si può osservare in un atomo in seguito a decadimento beta come giustificazione per l'ipotesi che le particelle beta derivino dal nucleo. Si calcola infatti l'energia cinetica liberata in una trasformazione radioattiva e la corrispondente variazione di massa. Si nota come tale variazione relativistica sia percentualmente (rispetto alla variazione di massa totale) molto più rilevante in una trasformazione beta rispetto a una alfa a causa della maggiore velocità con cui le particelle beta partono dall'atomo. A corroborazione, vengono riportati tutti i calcoli e le misurazioni per poter affermare che l'accordo tra il calcolo e l'esperienza è soddisfacente. Si considera poi che l'estrazione di una carica elettrica negativa dall'atomo con processo artificiale non può dar luogo a variazione di massa atomica, in tal caso infatti la perdita della massa elettronica nell'atomo è compensata da un rifornimento energetico proveniente dall'esterno. Si arriva così a riconoscere che

L'insieme di queste considerazioni ci convince che le cariche elettriche positive e negative manifestantisi nei fenomeni radioattivi

hanno nell'atomo sede e funzioni diverse da quelle delle cariche elettriche che vengono poste in evidenza nei processi chimico-fisici ordinari.

E con questo rigore, partendo dalla descrizione dei fatti sperimentali per trovar loro poi una collocazione in un quadro concettuale coerente ed esaustivo si procede per tutti gli argomenti con “numerose estensioni apportate in tale campo dall'autrice, rispetto ad altre opere del genere”.¹⁹ Decisamente il livello della didattica fu alto in questi anni a Cagliari. Ciò che probabilmente può aver attirato l'interesse dei giovani per le scienze fisiche, visto che, come sostenuto dalla Brunetti in una lettera presentata al Rettore in data 22 Aprile 1932, nel 1927-28 (anno in cui la Brunetti assumeva la direzione dell'Istituto di Fisica) il numero totale degli studenti che seguivano il corso di Fisica sperimentale era di 100, fra cui 11 laureandi in Fisica, mentre nel 1931-32 il numero di studenti totali seguenti il corso di Fisica salì a 149 e quello dei laureandi a 20. I primi aumentarono dunque del 50% e i secondi del 100%.²⁰

4.2 L'allestimento del laboratorio

Riguardo alla ristrutturazione del laboratorio da parte di Rita Brunetti, sono significative queste parole tratte dalla sua commemorazione sul Nuovo Cimento per opera di Zaira Ollano

Per trasferimento da Ferrara il novembre del 1928 la prof. scshape R. Brunetti andò a Cagliari. L'Istituto che qui trovò aveva proprio bisogno della sua coraggiosa iniziativa. Trascurato da parecchi anni era rimasto molto indietro col tempo; per renderlo utile al lavoro scientifico dell'epoca bisognò ricostruirlo da principio. L'opera non fu nè facile nè svelta, nel vecchio edificio universitario ove l'Istituto fisico era allora alloggiato. Solo la ferma volontà della nuova direttrice potè superare, se pure a costo di sacrifici personali, le infinite difficoltà che sorsero per trasformare le modeste stanze in decorosi laboratori. Il materiale esistente ordinato ed arricchito negli anni successivi, costituì alla fine un corredo sufficiente ai bisogni degli insegnamenti e a ricerche in molti campi della Fisica, fra cui quello allora modernissimo della

¹⁹N.C., volume 10, Issue 6, giugno 1933, recensione del libro all'atto della sua donazione alla S.I.F., dove si riconosce subito il suo valore e la “preziosa penna” dell'autrice.

²⁰A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., div II, 1925-1945, Relazioni attività didattica e scientifica.

Fisica nucleare. Ed oggi questo materiale può avere più comoda utilizzazione nella nuova sede da Lei stessa progettata.[58]

La nuova sede era al Palazzo delle Scienze, progettato sin dal 1928, tanto agognato, ma pronto per il trasferimento solo nei primi anni trenta: ²¹

Ed è veramente sorprendente come la Brunetti fosse riuscita a trasformare un laboratorio nelle condizioni descritte, a cui non si stenta a credere, vista l'età del suo predecessore e la sua lunga inoperosità scientifica (si consideri che al momento del suo pensionamento Guglielmo aveva smesso di pubblicare da circa dieci anni), in un laboratorio dove si fecero ricerche sulle più recenti scoperte.

Quando fu scoperto l'effetto Raman, la Brunetti capì subito l'importanza del fenomeno come nuovo metodo di indagine per le sue ricerche e nel giro di pochissimo tempo riuscì ad attrezzarsi per sperimentare in questo campo: smontò uno spettrometro di Fuess, esistente nel laboratorio dal 1895[26], e lo trasformò in uno spettrografo che con le nuove sorgenti luminose “*acquistate alla svelta*”, [58], consentì già nel 1929 di fare ricerche per mezzo dell'effetto Raman..

Con la stessa prontezza, appena ideato, riuscì a dotare il laboratorio di uno dei primi contatori Geiger Müller presenti in Italia e lo mise a punto studiandone la sensibilità come rivelatore di raggi X.

Nel Museo di Fisica di Cagliari è ancora presente buona parte delle attrezzature spettroscopiche della Brunetti, di cui si è ricostruito quasi integralmente l'ambiente di lavoro, con gli spettrografi, le suppellettili e gli arredi originali, conservati fino ai giorni nostri.²²

²¹Discorso inaugurale dell'a.a 1931-32:

Il completamento dell'Università portò, come negli anni precedenti ben lungi il mio compianto predecessore, a sopperire ai crescenti bisogni dei locali.

E vi si provvide ancora mercè l'illuminato intervento del Provveditorato alle Opere Pubbliche.

La Facoltà di Scienze mancava, e tuttora manca, di istituti adeguati a contenerne e a comprenderne le necessità di vita; ma ancora per poco, in quanto si può considerare ormai definita la sistemazione delle Scienze in un palazzo che presto sorgerà in una delle più pittoresche località di Cagliari, accanto agli Istituti Biologici

²²Sito web del Museo di Fisica di Cagliari: <http://www.museodifisica.it>

4.3 La fondazione di una scuola

Le doti didattiche della Brunetti si esplicarono non solo nelle lezioni che oggi chiameremmo “frontali”, ma anche e soprattutto nel laboratorio.

Questo ci è testimoniato dalle parole di suoi collaboratori e allievi.

Bruno Rossi, nella sua biografia *Momenti nella vita di uno scienziato*, dice di aver dovuto attendere l’arrivo a Bologna della Brunetti per fruire di un vero corso di Fisica e di avere verso di lei un debito di riconoscenza per tutto ciò che gli aveva insegnato.²³

Anche il suo allievo a Cagliari Mario Ladu²⁴, che poi seguì la Brunetti a Pavia, la ricorda con grande stima e riconoscenza per i suoi insegnamenti.

Dice la Ollano riferendosi alla sua lunga collaborazione con la Brunetti che “*diede a chi ebbe la fortuna di lavorare accanto a Lei per lungo tempo, una preziosa e affettuosa guida nel difficile campo della ricerca*”[58].

E nell’alto livello di insegnamento e di ricerca raggiunto dalla Ollano si esplicano a mio avviso nel maggior grado le doti di trasmissione del sapere e di addestramento alla ricerca di Rita Brunetti, che instradò la sua allieva prediletta alla pratica del laboratorio tanto da consentirle ben presto di pubblicare a firma unica o come prima firmataria, diversi lavori anche importanti, come riportato da Giovanni Gottardi alla voce Zaira Ollano del Dizionario Biografico Treccani e come testimoniato nella relazione (5-12-1935) della commissione per il conseguimento della sua libera docenza, che si riporta nella pagina seguente.

²³ROSSI BRUNO, *Momenti nella vita di uno scienziato*, Bologna, Zanichelli, 1987, citazione tratta da <https://scienzaa2voci.unibo.it>.

²⁴Mario Ladu, intervistato da me nel 2012, ormai novantaquattrenne, dopo l’esperienza a Pavia, lavorò per un certo periodo in America e poi a Frascati, occupandosi di radio-protezione durante la costruzione di Adone, tornò a Cagliari nel, dove insegnò Fisica per medici sino al suo pensionamento.

RELAZIONE della Commissione per l'abilitazione
alla libera docenza in Fisica sperimentale per il
candidato Dott. OLLANO Zaira.

=====

OLLANO Zaira laureata in Fisica sperimentale,
Assistente poi aiuto presso l'Istituto di Fisica
della R. Università di Cagliari, incaricata dell'in-
segnamento di Fisica per i medici in detta Università
per gli anni 1933-34.; 1934-35.

Presenta N. 16 lavori di cui 8 in collaborazione.

Alcuni di questi lavori, trattano quistioni sull'ef-
fetto Raman; con questi lavori porta un notevole con-
tributo per risolvere alcune quistioni chimiche ri-
guardanti la presenza di speciali ioni in soluzione op-
pure porta un contributo all'effetto Raman elettro-
nico. Questi lavori sono condotti con tecnica ri-
gorosa e tutte le conclusioni basate su dati sicuri
appaiono convincenti.

Un'altro gruppo di lavori riguarda uno studio sui
contatori di fotoni, il quale dà un gran numero di
risultati e contribuisce in modo notevole alla ri-
soluzione del problema del funzionamento e della
utilizzazione di questo importante mezzo di inda-
gine.

Infine altri lavori riguardano Problemi di

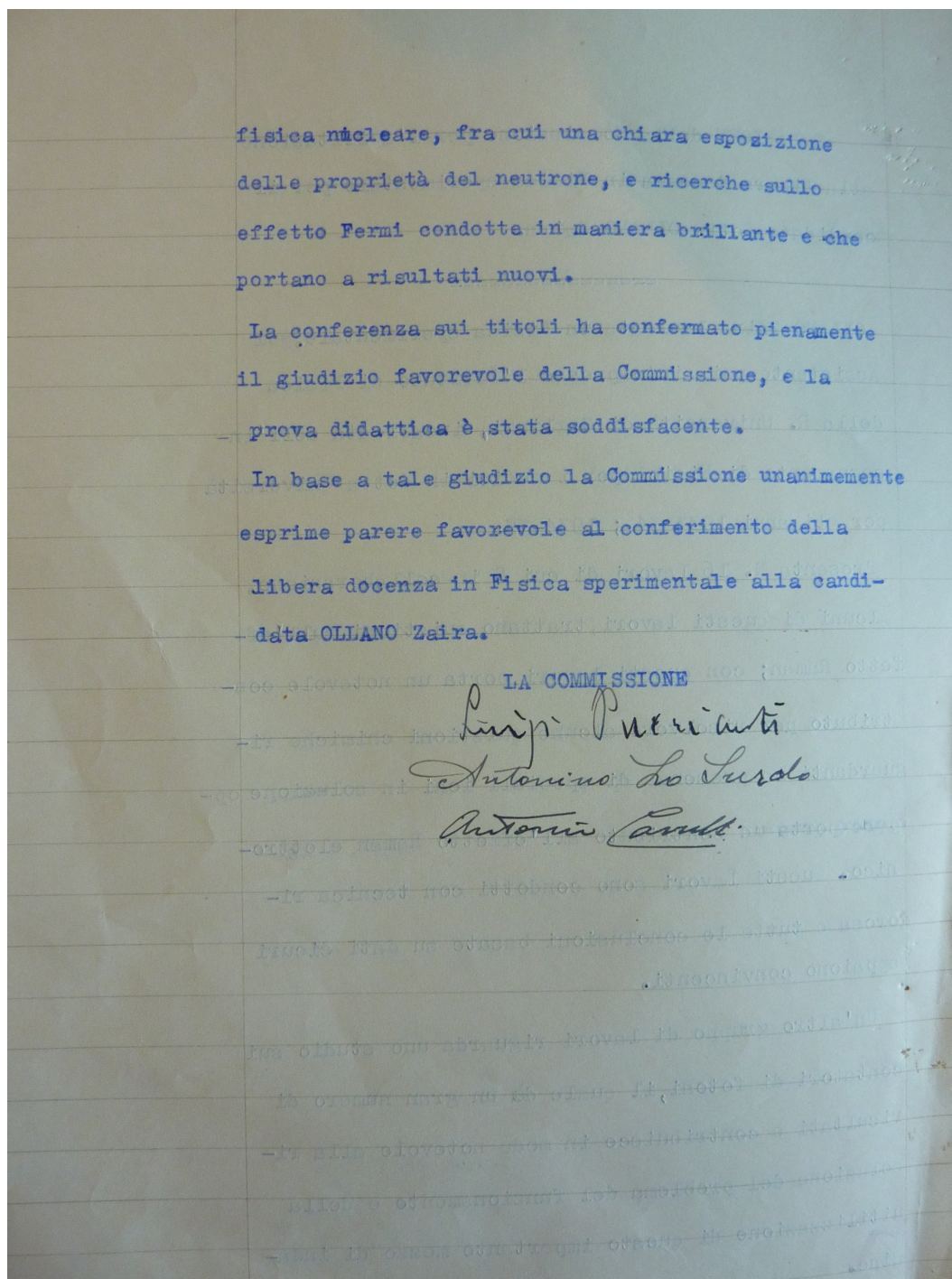


Figura 4.3: Relazione della commissione per la libera docenza di Zaira Ollano, A.C.S., M.P.I., D.G.I.S., Div I, fascicoli personali liberi docenti, II serie (1930-1959)

Ma ancor più significative delle parole, sono le ricerche a cui lei addestrava i suoi allievi, di cui è rimasta testimonianza nelle tesi di laurea, la maggior parte delle quali ancora presenti nel Dipartimento di Fisica di Cagliari. Si riportano di seguito i titoli:

ANNO	AUTORE	TITOLO
1928-29	Fabio Castiglioni	Il policroismo cristallino e l'orientazione degli ioni (con particolare riguardo pei cristalli di terre rare)
1930-31	Genesio Carta	Indagine sul carattere del campo intramolecolare di composti del manganese a uguale struttura cristallina
1930-31	Carlo Lauro	L'effetto Raman nell'acido solforico, acido solforoso, solfati in soluzione
1930-31	Antonio Loi	La radiazione cosmica e il contacorpuscoli a filo per rivelarla
1930-31	Giacomo Lostia	Studio teorico-sperimentale sulla legge di Curie-Weiss
1930-31	Sebastiano Pruneddu	Sull'effetto foto-elettrico. Teorie moderne ed applicazioni
1931-32	Ginietta Genari	Salti elettronici in effetto Raman
1931-32	Giuseppe Frongia	Spettroscopia degli joni delle terre rare
1931-32	Alberto Lorrai	Urti di seconda specie e fenomeni di chemiluminescenza
1931-32	Atonio Sciavico	La diffusione molecolare della luce
1933-34	Italo Racugno	La diffrazione degli elettroni
1934-35	Antonio Serra	Il fotocontatore
1934-35	Leila Turchi	La disintegrazione beta
1934-35	Rosa Maxia	La radiazione penetrante
1934-35	Ugo Pisanu	Radioattività indotta
1934-35	Antonio Argiolas	La costruzione di una camera del Wilson
1935-36	Gisella Maxia	Radioattività naturale di elementi debolmente attivi
	...	

Come si può vedere dai titoli i laureandi venivano coinvolti nelle ricerche della docente, per cui erano stati evidentemente equipaggiati delle conoscen-

ze teoriche e pratiche necessarie per una ricerca su argomenti modernissimi. Essi venivano inoltre messi a parte dell'utilizzo dei nuovi strumenti acquisiti. Sempre la Ollano ci dice che alcuni aspetti delle ricerche con lo spettrografo Raman venivano lasciati dalla Brunetti come oggetto di ricerche dei suoi allievi.

Così pur il contatore Geiger sarà subito messo nelle mani degli allievi e sarà tra l'altro utilizzato per le tesi anche dopo la partenza della Brunetti per diversi anni a venire.

Tra gli studenti della Brunetti, oltre a Mario Ladu, ricordiamo Giuseppe Frongia, che fu professore di fisica sperimentale a Cagliari dal 1955 al 1982 ed ebbe numerosi allievi che divennero docenti di Fisica nell'Università. L'attuale gruppo degli spettroscopisti sperimentali operante a Cagliari può pertanto, in ultima analisi, farsi risalire all'opera di Rita Brunetti.

Conclusioni

Nella presente tesi l'analisi condotta su materiali inediti e d'archivio ha permesso la ricostruzione delle vicende e delle figure dei protagonisti dell'Istituto di Fisica di Cagliari tra fine Ottocento e primi decenni del Novecento, in un periodo cruciale e di profondi mutamenti per la Fisica.

L'inquadramento in un contesto nazionale delineato in questa tesi, ha evidenziato la conformità delle dinamiche locali relative a finanziamenti, modalità di fare ricerca, tipologia di ricerca, con quanto descritto in letteratura a livello nazionale nel periodo considerato. La storia legislativa del Corso di Laurea in Fisica costituisce un contributo originale.

L'Università di Cagliari assurge così a caso emblematico di Università periferica, dove la scarsità di mezzi e l'isolamento non impediscono l'attività di fisici cosiddetti minori, in quanto non autori di contributi determinanti per l'eccezionale evoluzione della concezione del mondo avvenuta in quel periodo, e pur tuttavia interessanti per alcune intuizioni che, chissà, magari in contesti più favorevoli sarebbero potute essere più feconde, o per gli apporti infinitesimi, ma spesso ingegnosi, relativi alla costruzione e ottimizzazione di strumenti o alla particolare modalità di esecuzione di esperienze, idee che nell'insieme andavano a costituire quel substrato silente ma lentamente in evoluzione di cui magari poterono beneficiare, anche inconsciamente, fisici di maggiore spessore.

Bisognerà attendere i primi anni Trenta del Novecento perchè Rita Brunetti, pur nella sua breve permanenza a Cagliari, riesca a trasformare un tipico Gabinetto ottocentesco, ormai arretrato, in un moderno Istituto di Fisica dove si eseguono ricerche d'avanguardia, si insegnano le più recenti teorie della nuova fisica e si fa scuola addestrando sistematicamente le nuove leve al laboratorio.

Un'ulteriore indagine che mi sarebbe piaciuto eseguire è quella di ricercare nel museo di Fisica di Cagliari gli strumenti ideati e costruiti da Guglielmo o, visto il frequente "cannibalismo strumentale" allora diffuso, i pezzi di essi rimasti o riciclati, con l'intento di "*far parlare gli strumenti*" [44] nella

speranza che abbiano qualcosa di nuovo da svelarci [19].

Abbreviazioni

A.C.S.	Archivio Centrale dello Stato
A.S.U.Ca.	Archivio Storico Università di Cagliari
D.G.I.S.	Direzione Generale Istruzione superiore
M.P.I.	Ministero Pubblica Istruzione
N.C.	Nuovo Cimento
R.A.L.	Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei
R.A.S.T.	Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino
R.S.I.	Rivista Scientifico Industriale

Bibliografia

- [1] AMERIO ALESSANDRO, *Commemorazione del prof. A.N.*, N.C., s.8, vol.4, pp.57-59, 1927
- [2] AMERIO ALESSANDRO, *Fisica sperimentale*, Milano, ?
- [3] ANCARANI VITTORIO, *Università e ricerca nel periodo post-unitario. Un saggio introduttivo*, in *La scienza accademica nell'Italia post-unitaria. Discipline scientifiche e ricerca universitaria*, Franco Angeli libri, Milano, 1989
- [4] ANCARANI VITTORIO, *L'Università di ricerca tra Otto e Novecento*, in *Una difficile modernità. Tradizioni di ricerca e comunità scientifiche in Italia*, La Goliardica Pavese, Pavia, 1998
- [5] Anonimo *Appunti per Lezioni di Fisica Esperimentale*, Pisa, 1884
- [6] ASCOLI MOISE, *Sulle leggi dei gas perfetti in relazione alla teoria del calore*, N.C. vol.15 Issue 1 p. 212-220, dicembre 1918
- [7] BATTIMELLI GIANNI, *I luoghi e le forme della comunicazione scientifica*, in *Una difficile modernità. Tradizioni di ricerca e comunità scientifiche in Italia*, La Goliardica Pavese, Pavia, 1998.
- [8] BELLONE ENRICO, *Caos e armonia. Storia della fisica*, UTET, Torino, 2004
- [9] BONETTA GAETANO, *Storia della scuola e delle istituzioni educative*, Giunti, Firenze, 1997
- [10] BONOLIS LUISA, *Maestri e allievi nella fisica italiana del Novecento* Percorsi della Fisica, La Goliardica Pavese, Pavia, 2008
- [11] BRIZZI GIAN PAOLO, VARNI ANGELO, (a cura di), *L'Università in Italia fra età moderna e contemporanea*, CLUEB, Bologna, 1991

- [12] BRUNETTI RITA, *Fisica sperimentale*, G.U.F. A. Oriani, Roma, 1929
- [13] BRUNETTI RITA, *L'atomo e le sue radiazioni*, Zanichelli, Bologna, 1932
- [14] BULLITA PAOLO, *L' Università degli studi di Cagliari: dalle origini alle soglie del terzo millennio: memorie e appunti*, Telema edizioni, Cagliari - Oristano, 2005
- [15] CADDEO ROBERTO, *Considerazioni sulla evoluzione degli studi di Fisica nella Università di Cagliari dalle origini a Pacinotti*, Tesi di Laurea, Relatore Marcantonio Murgia, Cagliari, a.a. 1996-97
- [16] CAMPRINI SONIA, *Rita Brunetti (1890-1942): tra fisica sperimentale e fisica teorica*, Tesi di Laurea in Fisica presso l'Università di Bologna, relatore prof. Giorgio Dragoni, co-relatore dr. Giovan Battista Porcheddu, A.A. 1996-1997
- [17] CAMPRINI SONIA, GOTTARDI GIORGIO, *Rita Brunetti's Life: Her Educational and Scientific Activity, in History of Physics and Astronomy in Italy in the 19th and 20th Centuries*, pp. 117-126, edited by L. Gariboldi and P. Tucci, 2001
- [18] CAMPRINI SONIA, GOTTARDI GIORGIO, *Antonio Garbasso and Rita Brunetti the other view, in More than Pupils. Italian Women in Science at the Turn of the 20th Century*, pp. 149-158 edited by V.P. Babini, R. Simili, Firenze, Olschki, 2007
- [19] CAMPRINI SONIA, PORCHEDDU GIAN BATTISTA, *La storia degli strumenti di fisica coincide con la storia della fisica stessa: Rita Brunetti (1890-1942), tra fisica sperimentale e fisica teorica* in *Atti del congresso di Storia della Fisica e dell' astronomia*, a cura di TUCCI P., Università degli studi di Milano, Istituto di fisica generale applicata, sez. di storia della fisica, Milano, 1999
- [20] CARRELLI ANTONIO, *Lezioni di fisica sperimentale*, G.U.F. Mussolini, Napoli, 1935
- [21] CASELLA A., GALDABINI S., GIULIANI G., MARAZZINI P. *Physics in Italy from 1870 to 1940, in the conference History of Physics in Europe in the 19 th and 20 th centuries*, Como, 1992
- [22] CASELLA ANTONIO, LUCCHINI GUIDO *Graziadio e Moise Ascoli : scienza, cultura e politica nell' Italia liberale* , Università degli studi di Pavia, Pavia, 2002

- [23] COLAO FLORIANA, *Tra accentrimento e Autonomia l' amministrazione universitaria dall' Unità a oggi*, in *Storia delle Università in Italia* , CISUI, Messina, 2007
- [24] CORBINO ORSO MARIA, *Nozioni di Fisica per le scuole secondarie Vol. I*, Edizioni Remo Sandron, Milano, Palermo, Napoli, ottava edizione 1924
- [25] DESORMES ET CLÉMENT, Manufacturiers, *Détermination expérimentale Du Zéro absolu de la chaleur et du calorique spécifique des Gas*, in *Journal de Physique, de Chimie et d'Istoire naturelle*, novembre 1819
- [26] ERDAS FRANCO, BAGGIANI GIUSEPPE, *Gli strumenti del museo di Fisica*, Vol 1 e 2, Università degli studi di Cagliari, Cagliari, 1997
- [27] FERMI ENRICO, *Termodinamica*, Bollati Boringhieri, Torino, 1972
- [28] FERMI LAURA, *Atomi in famiglia*, A. Mondadori, 1965
- [29] FIORAVANTI GIGLIOLA, MORETTI MAURO, PORCIANI ILARIA (a cura di) *L' istruzione universitaria (1859-1915)*, *Pubblicazioni degli archivi di Stato, Fonti XXXIII*, Fonti per la storia della scuola V, Roma, 2000
- [30] FINZI ROBERTO, LAMA LUISA (a cura di) *I conti dell'Università. Prime indagini: 1880/1923* in *L' Università in Italia fra età moderna e contemporanea*, CLUEB, Bologna, 1991
- [31] FOIS GIUSEPPINA, *Reclutamento dei docenti e sistemi concorsuali dal 1860 ad oggi*, in *Storia delle Università in Italia* , CISUI, Messina, 2007
- [32] FOSSA MANCINI ing. CARLO, *Si puo ancora prestar fede all'antica teoria della conservazione del calore?*, in *N.C.*, vol. 17, Issue 1, pp. 74-94, dicembre 1919
- [33] GIULIANI GIUSEPPE, *Fisica sperimentale, fisica matematica e fisica teorica: il caso Galileo Ferraris*, *Physis*, XXXV,pp. 379-392, 1998
- [34] GIULIANI GIUSEPPE, *Gli aspetti istituzionali dello sviluppo della fisica dal 1900 al 1940* in *La scienza accademica nell' Italia post-unitaria. Discipline scientifiche e ricerca universitaria*, Franco Angeli libri, Milano, 1989
- [35] GIULIANI GIUSEPPE, *Il Nuovo Cimento. Novant' anni di fisica in Italia. 1855-1944*, Percorsi della Fisica, La Goliardica Pavese, Pavia, 1996

- [36] GIULIANI GIUSEPPE, PASSERA FRANCESCA, *La Fisica in Italia: 1890-1940*, in *Una difficile modernità. Tradizioni di ricerca e comunità scientifiche in Italia*, La Goliardica Pavese, Pavia, 1998
- [37] GRASSI GUIDO, *Osservazionin a proposito della 1° nota del prof. Guglielmo*, in R.A.L., p. 676, 1° semestre 1915
- [38] GRASSI GUIDO, *Sulla legge di Poisson ecc*, in R.A.L., p. 259, 1° semestre 1916
- [39] GRASSI GUIDO, *Osservazionin alla 3° nota del prof. Guglielmo*, in R.A.L., p. 676, 1° semestre, 1916
- [40] GRASSI GUIDO, *A proposito delle due note del prof. Guglielmo sulla legge di Poisson e sull'esperienza di Clément e Desormes*, in N.C., dicembre 1917. Già nella R.A.S.T. 1917
- [41] GUZZONI DEGLI ANCARANI ARTURO, *Alcune notizie sull'Università di Cagliari*, Valdes, Cagliari, 1898
- [42] HOLTON GERALD AND BRUSCH STEFEN G., *Physics, the Human adventure*, Rtggers university press, New Brunswick, New Jersey and London, 2005
- [43] LATTES ALESSANDRO - LEVI BEPPO, *Cenni storici sulla Regia Università di Cagliari*, Valdes, Cagliari, 1910
- [44] LEONE M., PAOLETTI A. E ROBOTTI N., *La Fisica nei "Gabinetti di Fisica" dell'Ottocento: il caso dell'Università di Genova*, *Giornale di Fisica*, 50, 135, 2009
- [45] MAFFIOLI CESARE, *Una strana scienza, materiali per una storia critica della termodinamica*, Feltrinelli economica, Milano, 1979
- [46] MAIOCCHI ROBERTO, *Gli istituti di ricerca scientifica in Italia durante il fascismo*, in *Ricerca e istituzioni scientifiche in Italia*, Laterza, Bari, 1998
- [47] MAIOCCHI ROBERTO, *La scienza e la filosofia italiane di fronte alla teoria della relatività*, Franco Angeli libri, Milano, 1985
- [48] MAIOCCHI ROBERTO, *Non solo Fermi. I fondamenti della meccanica quantistica nella cultura italiana tra le due guerre*, Le lettere, Firenze 1991

- [49] MALTESE GIULIO, *Il papa e l' inquisitore*, Zanichelli, 2010
- [50] MAAON STEPHEN F., *Storia delle scienze della natura*, Tomo II, Da Newton ad Einstein, Feltrinelli Editore, Milano, 1971
- [51] MATTONE ANTONELLO, (a cura di) *Storia dell'Università di Sassari*, Ilisso edizioni, Nuoro, 2010
- [52] MARAZZINI PAOLANTONIO, *Nuove radiazioni, quanti e relatività in Italia. 1896-1925*, Percorsi della Fisica, La Goliardica Pavese, Pavia, 1996
- [53] MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE, *Monografie delle Università e degli Istituti superiori, I*, Tipografia Operaia Romana Cooperativa, Roma, 1911
- [54] MONTALDO O., GRUGNETTI G., (a cura di) *La storia delle matematiche in Italia*, Atti del convegno tenutosi a Cagliari, 29-30 settembre e 1 ottobre 1982, Università di Cagliari, 1982
- [55] MORETTI MAURO, *L' istruzione superiore tra i due secoli: norme, strutture e dibattiti*, in *Una difficile modernità. Tradizioni di ricerca e comunità scientifiche in Italia*, La Goliardica Pavese, Pavia, 1998
- [56] MORETTI MAURO, PORCIANI ILARIA, *Il volto ambiguo di Minerva. Le origini del sistema universitario italiano*, in *Ricerca e istituzioni scientifiche in Italia*, Laterza, Bari, 1998
- [57] NACCARI ANDREA, *Lezioni di fisica sperimentale*, Torino, 1876
- [58] OLLANO ZAIRA, *In memoria di Rita Brunetti*, N.C., Nuova Serie, agosto-ottobre, 1942
- [59] PAOLONI GIOVANNI, *La ricerca fuori dall'Università: il quadro istituzionale*, in *Una difficile modernità. Tradizioni di ricerca e comunità scientifiche in Italia*, La Goliardica Pavese, Pavia, 1998
- [60] PAOLONI GIOVANNI, *Ricerca e istituzioni nell'Italia liberale*, in *Ricerca e istituzioni scientifiche in Italia*, Laterza, Bari, 1998
- [61] PEPE LUIGI, *Le discipline Fisiche, Matematiche e Naturali e i loro insegnamenti nelle Università italiane dal XVII al XIX secolo*, in *Storia delle Università in Italia*, CISUI, Messina, 2007

- [62] PORCIANI ILARIA, *La questione delle piccole Università dall' unificazione agli anni Ottanta*, in *Le Università minori in Italia nel XIX secolo*, Collana di studi del Centro interdisciplinare per la storia dell' Università di Sassari, Sassari, 1993
- [63] PORCIANI ILARIA, *L' Università italiana. Repertorio di atti e provvedimenti ufficiali 1859 - 1914*, Firenze, 2001
- [64] PORCIANI ILARIA, MORETTI MAURO, *La Creazione del Sistema Universitario nella Nuova Italia*, in *Storia delle Università in Italia*, CISUI, Messina, 2007
- [65] REEVES BARBARA, *Le tradizioni di ricerca in Fisica in Italia nel tardo diciannovesimo secolo*, in *La scienza accademica nell' Italia post unitaria. Discipline scientifiche e ricerca universitaria*, a cura di Vittorio Ancarani, F.A.Libri, Milano, 1989
- [66] ROBOTTI NADIA, *I primi modelli dell' atomo dall' elettrone all' atomo di Bohr*, Loescher Editore, Torino, 1978
- [67] LUCANO ERIKA E ROERO CLARA SILVIA, *Numeri, atomi e alambicchi. Donne e scienza in Piemonte dal 1840 al 1960*, Centro studi e documentazione pensiero femminile, Torino, 2008
- [68] ROITI ANTONIO, *Nozioni di Fisica e Chimica. Libro di testo per i licei*, successori Le Monnier, Firenze, 1897
- [69] RUSSO ARTURO, *Le reti dei fisici. Forme dell' esperimento e modalità della scoperta nella fisica del Novecento*, Percorsi della Fisica, La Goliardica Pavese, Pavia, 2000
- [70] RUSSO LUCIO, SANTONI EMANUALA, *Ingegni minuti. Una storia della scienza in Italia*, Feltrinelli, Milano, 2010
- [71] SANDULLI ALDO, *Facoltà e ordinamenti didattici dal 1860 ad oggi*, in *Storia delle Università in Italia*, CISUI, Messina, 2007
- [72] SCOTH ROBERTO, *La matematica negli istituti tecnici italiani. Analisi storica dei programmi di insegnamento*, C.R.S.E.M., Cagliari, 2010
- [73] SCOTH ROBERTO, *Gli insegnamenti matematici e fisici nell' Università di Cagliari (1764-1848)*, Annali di Storia delle Università italiane, Volume 10, CISUI, 2006

- [74] SEGRÉ EMILIO, *Personaggi e scoperte della Fisica contemporanea*, Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1996
- [75] SIGNORI ELISA, *Università e fascismo*, in *Storia delle Università in Italia*, CISUI, Messina, 2007
- [76] SILVESTRONI PAOLO, *Fondamenti di chimica*, Veschi editore, Roma, 1984
- [77] SIMILI RAFFAELLA, (a cura di) *Ricerca e istituzioni scientifiche in Italia*, Laterza, Bari, 1998
- [78] SIMILI RAFFAELLA, (a cura di) *Scienza, tecnologia e istituzioni in Europa : Vito Volterra e l'origine del CNR*, Laterza, Roma, 1993
- [79] SORGIA GIANCARLO, *Lo Studio Generale cagliaritano. Storia di un'Università*, con prefazione di Duilio Casula, Università degli studi di Cagliari, 1986
- [80] SPECCHIA ORAZIO, *Rita Brunetti*, tratto da Annuario dell'Università di Pavia a.a. 1942-43
- [81] TEGA WALTER, *Sistemi di istruzione pubblica e modelli di Enciclopedia nell'Europa continentale tra XVIII e XIX secolo*, in *Ricerca e istituzioni scientifiche in Italia*, Laterza, Bari, 1998
- [82] ZANNINI ANDREA, *I maestri: carriere, metodi didattici, posizione sociale, rapporti con le professioni*, in *Storia delle Università in Italia*, CISUI, Messina, 2007

ARTICOLI DI GUGLIELMO

- [83] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla determinazione delle forze elettromotrici delle coppie voltaiche col metodo di Fuchs*, Rivista scientifico-industriale di Firenze, Firenze, 1881
- [84] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'uso dell'elettrometro nello studio compiuto delle coppie voltaiche a circuito chiuso*, R.A.S.T., Loescher, Torino, 1881
- [85] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla evaporazione dell'acqua e sull'assorbimento del vapore acqueo per effetto delle soluzioni saline*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 17, Loescher, Torino, 1881

- [86] NACCARI ANDREA, GUGLIELMO, GIOVANNI, *Intorno alla forza elettromotrice delle coppie incostanti*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 16, Loescher, Torino, 1881
- [87] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'uso dell'elettrometro nella misura della resistenza dei liquidi col metodo di Mance e con quello di Wheatstone e sulla resistenza di alcune soluzioni alcooliche di potassa*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 17, Loescher, Torino, 1882
- [88] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla determinazione del coefficiente di diffusione del vapor acqueo nell'aria, nell'idrogeno e nell'acido carbonico*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 18, Loescher, Torino, 1882
- [89] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla determinazione della forza elettromotrice e della resistenza delle coppie e della forza elettromotrice di polarizzazione nel caso di correnti intense*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 18, Loescher, Torino, 1883
- [90] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla forza elettromotrice e sulla resistenza della scintilla elettrica*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 18, Loescher, Torino, 1883
- [91] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcune modificazioni delle pompe pneumatiche a mercurio*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 19, Loescher, Torino, 1884
- [92] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul riscaldamento degli elettrodi prodotto dalla scintilla d'induzione nell'aria molto rarefatta*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 20, Loescher, Torino, 1884
- [93] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'influenza dell'estracorrente nella misura della resistenza delle coppie col metodo del Manc*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 20, Loescher, Torino, 1884
- [94] NACCARI ANDREA E GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul riscaldamento degli elettrodi prodotto dalla scintilla elettrica*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 19, Loescher, Torino, 1884
- [95] NACCARI ANDREA E GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul riscaldamento degli elettrodi prodotto dalla scintilla d'induzione nell'aria molto rarefatta*, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. 19, Loescher, Torino, adunanza del 13 Gennaio 1884.

- [96] NACCARI ANDREA E GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul riscaldamento degli elettrodi prodotto dalla scintilla d'induzione nell'aria molto rarefatta: appendice alla nota*, Nuovo Cimento, ser. 3. vol 17. fasc. di gennaio e febbraio 1885
- [97] GUGLIELMO GIOVANNI, *Generalizzazione del ponte di Wheatstone ; Modificazione dell'elettrometro a quadranti*, Rivista scientifico-industriale, Tip. dell'arte della stampa, Firenze, 1887
- [98] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla pressione delle mescolanze di gas e vapori e sulla Legge di Dalton*, Rivista scientifico-industriale, Firenze, 1887
- [99] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla causa dei fenomeni elettrici dei temporali*, Rivista scientifico-industriale, Tip. dell'arte della stampa, Firenze, 1887
- [100] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul disperdimento dell'elettricità nell'aria umida*, Atti della R. accademia delle scienze di Torino, vol. 22, adunanza dell' 8 Maggio 1887.
- [101] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione d'un elettrometro a quadranti molto sensibile*, R.A.L., v. 6., 2. sem., ser. 4., P. 228-230, Roma, 1890
- [102] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un modo per aumentare notevolmente la dispersione degli spettroscopi a prismi*, R.A.L., v. 6., 2. sem., fasc. 6., P. 195-199, Roma, 1890
- [103] GUGLIELMO GIOVANNI, *Mezzo semplice per costruire un barometro a mercurio esatto e facilmente trasportabile*, R.A.L., v. 6., 2. sem., fasc. 4., P. 125-130, Roma, 1890
- [104] GUGLIELMO GIOVANNI, *Modificazioni della pompa di Sprengel*, R.A.L., v. 6., 2. sem., ser. 4., P. 153-154, Roma, 1890
- [105] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione di alcune nuove pompe a mercurio*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 1., 2. sem., serie 5., fasc. 7, P. 240-247, Roma, 1892
- [106] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulle tensioni di vapore delle soluzioni di zolfo e di fosforo nel solfuro di carbonio*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 1., 2. sem., serie 5., fasc. 6, P. 211-216, Roma, 1892

- [107] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulle tensioni parziali e sulle pressioni osmotiche delle miscele di due liquidi volatili*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 1., 1. sem., fasc. 8, P. 243-249, Roma Seduta del 24 aprile 1892
- [108] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulle tensioni parziali e sulle pressioni osmotiche delle miscele di due liquidi volatili*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 1., 1. sem., P. 295-298, Roma, 1892
- [109] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione d'un nuovo apparecchio per la misura della compressibilità isentropica ed isoterma dei liquidi e dei solidi*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 1., 1. sem. serie 5., P. 150-152, Roma, 1892
- [110] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione d'un elettrometro assoluto esatto e di facile costruzione e di un nuovo metodo per la misura della costante dielettrica dei liquidi*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 2., 1. sem., serie 5., fasc. 3, Roma, 1893
- [111] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione di alcune nuove forme di barometro a mercurio*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 2., 1. sem., fasc. 10, Roma, 1893
- [112] GUGLIELMO GIOVANNI *Descrizione di alcuni nuovi metodi molto sensibili per la misura delle pressioni*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 2., 1. sem., serie 5,p. 9-17, Roma, 1893
- [113] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione di un nuovo sferometro esatto e di facile costruzione*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 2., 1. sem., fasc. 4., Roma, 1893
- [114] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad una modificazione della legge di Raoult sulla tensione di vapore delle soluzioni*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 2., 1. sem.,serie 5., P. 291-295, Roma, 1893
- [115] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad una modificazione della bilancia di Mohr e ad un semplice apparato per la misura del volume dei solidi*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, v. 3., 2. sem, ser. 5., p. 300-303, Roma, 1894
- [116] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'uso dei galleggianti per l'indicazione esatta del livello dei liquidi*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 4., 2. sem., serie 5., p. 300-303, Roma, 1895

- [117] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un pendolo a più fili, ed alla sua applicazione nella misura della gravità, negli elettrometri, galvanometri ecc*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 4., 2. sem., serie 5., fasc. 8., Roma, 1895
- [118] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcune modificazioni dell'areometro di Fahrenheit, e ad una nuova forma di bilancia*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 4., 1. sem., serie 5., P. 78-83, Roma, 1895
- [119] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione di una nuova forma di sferometro a liquido e di una buretta molto esatta*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 4., 2. sem., serie 5., Roma, 1895
- [120] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione di alcuni semplici apparecchi per la determinazione del peso molecolare dei corpi in soluzione diluita*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 5., 2. sem., serie 5., fasc. 11., Roma, 1896
- [121] GUGLIELMO GIOVANNI *Description d'une simple balance magnetique*, Archives Néerlandaises de sciences exactes et naturelles, Harlem, 1896?
- [122] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcune nuove forme di pompe di Sprengel e ad alcune forme semplici di tubi Rontgen*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 6., 2. sem., serie 5., fasc. 11., Roma, 1897
- [123] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcuni recenti progressi della fisica*, Tip. Muscas di P. Valdes, Cagliari, 1897
- [124] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un modo di diminuire notevolmente lo spazio nocivo nei termometri ad aria*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 6., 2. sem., serie 5., fasc. 10., P. 293-299., Roma, 1897
- [125] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla velocità molecolare dei liquidi e sulle sue variazioni per effetto della pressione*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 6., 2. sem., serie 5., fasc. 9., P. 255-261., Roma, 1897
- [126] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sui raggi catodici, sui raggi Röntgen e sulla grandezza e la densità degli atomi*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 7., 2. sem., serie 5., fasc. 8., Roma, 1898

- [127] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcune modificazioni delle pompe di Geissler*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 7., serie 5., fasc.9., Roma, 1898
- [128] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno alla dilatazione termica assoluta dei liquidi e ad un modo per aumentare notevolmente l'effetto*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 8., 2. sem., serie 5., fasc. 10., Roma, 1899
- [129] GUGLIELMO GIOVANNI *Intorno alla dilatazione termica assoluta dei liquidi e ad un modo per aumentare notevolmente l'effetto. NOTA II*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 8., 2. sem., serie 5., fasc. 11., P. 311-316 Roma, 1899
- [130] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sui raggi catodici, sui raggi Röntgen e sulla grandezza e la densità degli atomi*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 8., 1. sem., serie 5., fasc. 8., P. 379-385, Roma, 1899
- [131] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione d'un apparecchio per la determinazione della densità e della massa di quantità minime di un solido*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 9., 2. sem., serie 5., fasc. 8., P. 262-269, Roma, 1900
- [132] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcuni modi per correggere e per evitare l'errore di capillarità negli areometri a peso costante e a volume costante ed intorno ad alcune nuove forme dei medesimi*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 8., 2. sem., serie 5., fasc. 12., vol. 9., fasc. 1., Roma, 1900
- [133] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcuni nuovi areometri ad immersione totale, ad inclinazione variabile e a riflessione*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 9., 1. sem., serie 5., fasc. 2., Roma, 1900
- [134] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcuni nuovi metodi per determinare il peso molecolare dei corpi in soluzione diluita*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 10., 2. sem., serie 5., fasc. 10., Roma, 1901
- [135] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un metodo per determinare o per eliminare la costante psicrometrica, e ad un psicrometro assoluto con tre termometri*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 10., 2. sem., serie 5., fasc. 9., P. 194-202, Roma, 1901

- [136] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad una microbilancia idrostatica ed al suo uso per la misura di piccole forze*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 10., 2. sem., serie 5., fasc. 11., P. 260-268, Roma, 1901
- [137] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla misura assoluta della pressione atmosferica mediante il ludione*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 10., 1. sem., serie 5., fasc. 2., P. 42-50, Roma, 1901
- [138] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla misura assoluta della pressione atmosferica mediante il ludione.*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 10., 1. sem., serie 5., fasc. 1., P. 10-17, Roma, 1901
- [139] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione di un apparecchio avvisatore della presenza nell'aria del grisou o del gaz illuminante o di vapori infiammabili*, Archivi neerlandesi delle scienze, serie II, tomo VI, 1901
- [140] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno a due modi per determinare il raggio di curvatura della superficie dello spigolo nei coltelli delle bilancie e dei pendoli*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 11, 2. sem., serie 5., fasc. 10., Roma, 1902
- [141] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un modo per agitare un liquido in un recipiente chiuso e ad una modificazione del termocalorimetro*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 11, 2. sem., serie 5., fasc. 11., P. 299-305, Roma, 1902
- [142] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla misura delle variazioni e del valore assoluto della pressione atmosferica mediante il ludione*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 11, 1. sem., serie 5., fasc. 2., P. 71-77, Roma, 1902
- [143] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcune modificazioni del volumetro e del modo d'usarlo ed intorno ad un volumetro a peso*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 12., 2. sem., serie 5., fasc. 12., P. 618-624, Roma, 1903
- [144] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un completo igrometro ad assorbimento*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 12., 2. sem., serie 5., fasc. 11., P. 558-566, Roma, 1903
- [145] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un nuovo apparecchio per la determinazione dell'equivalente meccanico della caloria e ad alcune modificazioni del calorimetro solare, del dilatometro, del termometro e del*

- psicrometro*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 12., 2. sem., serie 5., fasc. 6., P. 205-210, Roma, 1903
- [146] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno alla determinazione della densità e della massa di quantità minime di un solido*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 12., 1. sem., serie 5., fasc.8., P. 311-317, Roma, 1903
- [147] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla determinazione della tensione superficiale dei liquidi coi metodi delle gocce cadenti e delle bolle gazoze*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 12., 2. sem., serie 5., fasc.10., P. 463-471, Roma, 1903
- [148] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcuni semplici strumenti per l'esatta verificaione dell'ora*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, v. 13., 2. sem., serie 5., fasc. 12., P. 604-611, Roma, 1903
- [149] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un igrometro-bilancia ad indicazioni assolute e continue*, Leipzig : J. A. Barth, P. 341-349, 1904
- [150] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno alla esatta verificaione dell'ora mediante il gnomone ed altri semplici strumenti*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 13., 2. sem., serie 5., fasc. 11., P. 526-533, Roma, 1904
- [151] GUGLIELMO GIOVANNI, *Descrizione d'un barometro a mercurio molto sensibile, la cui correzione per la temperatura \tilde{A} minima o nulla*, Rivista scientifico-industriale, Firenze, 1904?
- [152] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcuni semplici strumenti per l'esatta verificaione dell'ora*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, v. 14., 1. sem., ser. 5., fasc. 1., P. 11-17, Roma, 1905
- [153] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcune modificazioni del cannocchiale a doppio campo e del gnomone*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 15., 2. sem., serie 5., fasc. 3., P. 164-171, Roma, 1906
- [154] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla determinazione della tensione superficiale dei liquidi coi metodi delle gocce cadenti*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 15., 2. sem., serie 5., fasc. 5., P. 288-295, Roma, 1906

- [155] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla relazione fra le tensioni superficiali dei liquidi ed il peso delle gocce*, Bollettino della Società tra i cultori delle Scienze Mediche e Naturali, Cagliari n. 4 1907
- [156] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcune applicazioni di un prisma isoscele ad inclinazione costante*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 18., 2. sem., serie 5., fasc. 10., P. 451-438, Roma, 1909
- [157] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'uso del collettore elettrostatico ad acqua di Lord Kelvin e sulla differenza di potenziale esterna fra un metallo ed una soluzione di un suo sale*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 18., 2. sem., serie 5., fasc. 9., P. 351-358, Roma, 1909
- [158] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla condizione d'equilibrio fra una soluzione diluita ed il solvente puro separati da un diaframma semipermeabile o dal vapore del solvente*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 18., 2. sem., serie 5., fasc. 11., P. 537-544, Roma, 1909
- [159] GUGLIELMO GIOVANNI, *Applicazioni di un prisma a riflessione*, Nuovo Cimento, serie 5. vol. 19., fasc. di Marzo-Aprile 1910.
- [160] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul valore delle componenti la forza elettromotrice delle coppie voltaiche*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 19., 2. sem., serie 5., fasc. 11., P. 573-577, Roma, 1910
- [161] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla sede della forza elettromotrice delle coppie voltaiche*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 19., 2. sem., serie 5., fasc. 10., P. 497-501, Roma, 1910
- [162] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul valore delle componenti la forza elettromotrice della coppia Daniell*, Nuovo Cimento, serie 6. vol. 2., fasc. di Luglio 1911
- [163] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un modo di osservare quando due stelle hanno la stessa altezza o lo stesso azimut*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 21., 1. sem., serie 5., fasc. 6., P. 405-410, Roma, 1912
- [164] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul valore delle componenti la forza elettromotrice delle coppie voltaiche costanti*, R.A.L., Classe di scienze fisiche,

- matematiche e naturali, vol. 21., 1. sem., serie 5., fasc. 6., P. 405-410, Roma, 1912
- [165] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul valore delle componenti la forza elettromotrice delle coppie voltaiche costanti e sulla teoria della pila*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 21., 1. sem., serie 5., fasc. 3., P. 195-201, Roma, 1912
- [166] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla forza elettromotrice di contatto fra due metalli*, NC, serie 6, vol.4, Agosto 1912
- [167] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'indipendenza della formula di Laplace per la capillarità dalla legge con cui varia la densità nello strato superficiale dei liquidi*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 21., 1. sem., serie 5., fasc. 5., P. 353-357, Roma, 1912
- [168] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla misura statica dell'attrito interno dei gaz*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 21., 1. sem., serie 5., fasc. 4., Roma, 1912
- [169] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'indipendenza della formula di Laplace per la capillarità dalla legge con cui varia la densità nello strato superficiale dei liquidi*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 21., 1. sem., serie 5., fasc. 5., Roma, 1912
- [170] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad un condensatore sferico o conico per l'Illuminazione laterale nei microscopii*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 23., 1. sem., serie 5., fasc. 6., P. 433-438, Roma, 1914
- [171] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'uso dei reticoli concavi di diffrazione con lo spettrometro*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 23., 1. sem., serie 5., fasc. 4-5., P. 233-237, 322-325, Roma, 1914
- [172] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'uso dei reticoli di diffrazione nella misura della dilatazione termica od elastica dei cristalli : nota 1-2*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 23., 1. sem., serie 5., fasc. 2/3., P. 106-109, 138-142, Roma, 1914
- [173] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla misura dell'effetto Peltier fra metalli ed elettroliti*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 23., 1. sem., serie 5., fasc. 7., P. 494-499, Roma, 1914

- [174] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sull'esperienza di Clément e Desormes e sulla determinazione dell'equivalente meccanico della caloria*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 23., 1. sem., serie 5., fasc. 9., P. 698-703, Roma, 1914
- [175] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcune particolarità del raggio verde*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 25., 1. sem., serie 5., fasc. 5., P. 494-499, Roma, 1916
- [176] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcuni modi di calcolare l'esperienza di Clermont-Desormes*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 25., 1. sem., serie 5., fasc. 4., P. 214-221, Roma, 1916
- [177] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulle leggi di Poisson e dello Stato aeriforme in relazione al primo principio di termodinamica*, R.A.L., classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 25., serie 5., fasc. 2, gennaio 1916 Nuovo Cimento, serie 6. vol. 11., fasc. di Ottobre 1916.
- [178] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcuni modi di calcolare l'esperienza di Clément e Desormes e di dedurre l'equivalente meccanico della caloria*, Nuovo Cimento, serie 6. vol. 11., fasc. di Novembre 1916
- [179] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla durata teorica del raggio verde*, R.A.L., classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 25., serie 5. 1. sem., fasc. 6., P. 418-423, Roma, 1916
- [180] GUGLIELMO GIOVANNI *Sulle leggi di Poisson e dello Stato aeriforme in relazione al primo principio di termodinamica*, R.A.L., classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 25., 1. sem., serie 5., fasc. 2., P. 118-125, Roma, 1916
- [181] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla deduzione puramente matematica delle equazioni del primo principio di termodinamica*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 26., 2. sem., serie 5., fasc. 4., P. 83-86, Roma, 1917
- [182] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla scoperta delle leggi delle variazioni adiabatiche dello Stato gassoso*, R.A.L., Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, vol. 26., 2. sem., serie 5., fasc. 5., P. 115-118, Roma, 1917
- [183] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla scoperta delle leggi delle variazioni adiabatiche dello Stato gassoso/ nota 2*, R.A.L., Classe di scienze fisiche,

- matematiche e naturali, vol. 26., 2. sem., serie 5., fasc. 6., P. 152-155, Roma, 1917
- [184] GUGLIELMO GIOVANNI, *Intorno ad alcune dimostrazioni del prof. Grassi e di altri*, Pubblicazioni Gabinetto di Fisica della Regia Università di Cagliari, Cagliari, 1921
- [185] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulla determinazione per-termodinamica di alcune formule termodinamiche*, Pubblicazioni Gabinetto di Fisica della Regia Università di Cagliari, Cagliari, 1922
- [186] GUGLIELMO GIOVANNI, *Considerazioni sui vari metodi in uso per calcolare l'esperienza di Clement e Desormes*, Pubblicazioni Gabinetto di Fisica della Regia Università di Cagliari, Cagliari, 1922
- [187] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sul trasporto di calore che accompagna la compressione ed espansione dei gaz*, Pubblicazioni Gabinetto di Fisica della Regia Università di Cagliari, Cagliari, 1922
- [188] GUGLIELMO GIOVANNI, *Sulle formule di dilatazione barica dei recipienti e sulla determinazione della compressibilità dei liquidi*, Pubblicazioni Gabinetto di Fisica della Regia Università di Cagliari, Cagliari, 1922
- [189] GUGLIELMO GIOVANNI, *Alcune deduzioni fisiche elementari delle formule di trasformazione relativistica di Lorentz ; Due ficili dimostrazioni, una chimico-fisica, l'altra cinetica, del Principio di Avogadro*, Pubblicazioni Gabinetto di Fisica della Regia Università di Cagliari, Cagliari, 1925
-