

La Fisica in Italia: 1890 - 1940

Giuseppe Giuliani e Francesca Passera

Dipartimento di Fisica 'Volta', Via Bassi 6, 27100 Pavia

E - mail: giuliani@fisav.unipv.it;

tel. +39 0382 507490

fax: +39 0382 507563

Web site: <http://matsci.unipv.it/percorsi/>

Riassunto. Lo sviluppo della Fisica in Italia (1890-1940) è analizzato sulla base di una serie di elementi: dimensione e struttura della comunità dei fisici, loro formazione e caratteristiche professionali, finanziamenti della ricerca, produzione scientifica. Un paragone con il caso francese permette di concludere che le caratteristiche dello sviluppo della Fisica nei due paesi non sono state molto diverse, anche se la Francia presenta elementi di maggiore dinamicità dovuti ad un impegno finanziario più cospicuo e coordinato.

Abstract. The development of Physics in Italy (1890-1940) is studied by taking into account the size and the structure of the Physics community, the research's financial support and the scientific production. The scientific production of Italian physicists is analysed by using the database containing the classification of all the papers published in *Il Nuovo Cimento* between 1855 and 1944. A comparison with the French case is made on the basis of the study by Dominique Pestre (*Physique et physiciens en France: 1918 - 1940*) and of a classification by Francesca Passera of the papers published in the *Journal de Physique* between 1896 and 1910. The two countries present very similar features, as far as the scientific production is concerned. The French community was larger and better distributed over the country: the concentration of human and material resources in Paris has favoured the growth of research groups of reasonable size. The financial support was larger and its co-ordination better in France than in Italy. However, these differences have not produced significant differences in the structure of the scientific production in the two countries.

1. Introduzione

La scienza, come processo sociale che produce conoscenza, non può essere descritta solo attraverso quei percorsi, individuali o di gruppo, che producono nuove e durature conoscenze. E' necessario prendere in considerazione almeno gli elementi essenziali del processo sociale in cui si colloca

l'impresa scientifica, nonché le caratteristiche del prodotto *medio* di tale impresa.

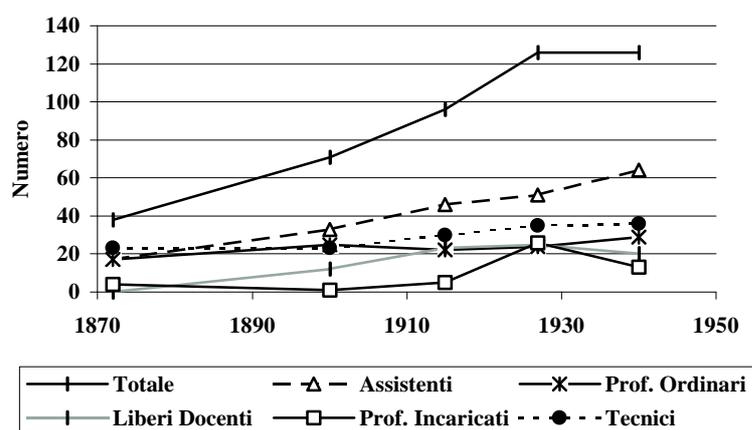
Studiare lo sviluppo della Fisica in un paese significa allora, in primo luogo, studiarne - ammesso che esista - la comunità dei fisici in tutti i suoi aspetti principali: consistenza quantitativa, eredità culturale, produzione scientifica, vita associativa, radicamento sociale. Tuttavia, per inquadrare tale studio in un contesto sovranazionale, è necessario avere altri punti di riferimento "nazionali" che, facendo emergere somiglianze e differenze, permettano una più profonda comprensione dei processi "nazionali" oggetto di studio.

2. La comunità dei fisici

Nell'arco temporale considerato erano attivi fisici accademici, insegnanti di fisica delle scuole secondarie e, verosimilmente, fisici operanti in strutture extra-universitarie. I fisici accademici costituivano una comunità facilmente individuabile: è ad essa che faremo riferimento quando prenderemo in considerazione alcuni dati quantitativi. Gli insegnanti di Fisica delle scuole secondarie superiori costituivano un'altra comunità. Tra le due comunità esistevano almeno tre tipi di rapporti: tra Ottocento e Novecento diversi fisici accademici hanno iniziato la loro carriera come insegnanti delle scuole superiori; sia fisici accademici che insegnanti svolgevano attività di ricerca, documentabile attraverso le loro pubblicazioni scientifiche; infine, la Società Italiana di Fisica (SIF), fondata nel 1897, vedeva riuniti componenti di entrambe le comunità. Non è noto quanti fossero i fisici attivi in strutture distinte dalle università e dalle scuole: valutata dal punto di vista della produzione scientifica, la loro presenza appare del tutto trascurabile, almeno sino alla metà degli anni trenta.

Nel 1900 i fisici accademici erano 71, sparsi su circa una ventina d'istituti: il tipico 'gruppo di ricerca' era quindi costituito da tre o quattro fisici (figura 1). Il numero dei laureati in Fisica era, in media, di uno l'anno per sede: solo nel 1927 troviamo questo numero triplicato. La ridotta dimensione dei 'gruppi di ricerca' rendeva difficile l'acquisizione di una visione equilibrata ed aggiornata dello stato della disciplina; il ricambio del personale ricercatore era lento e difficoltoso, sia per la scarsità di posti che per la ridotta disponibilità di laureati. Si noti che il numero dei professori ordinari rimane pressoché costante dal 1900 al 1940 (incremento di sole quattro unità): l'aumento del numero dei fisici è quindi prodotto dal raddoppio del numero degli assistenti, nonché dall'incremento dei professori incaricati e dei liberi docenti.

Figura 1: fisici accademici in Italia



Il piano di studi era deciso a livello nazionale ed i suoi rari mutamenti erano del tutto inadeguati rispetto al ritmo di sviluppo della disciplina. Nel corso del cinquantennio 1887 - 1937 - che ha prodotto profondi mutamenti nella Fisica - furono apportate solo due variazioni rilevanti al piano di studi: l'introduzione dell'insegnamento di Fisica superiore (1920 circa) e di Fisica teorica (1937). L'impianto del corso di laurea è rimasto quello dell'ottocento, caratterizzato da una netta prevalenza di insegnamenti di matematica o di corsi svolti da matematici (Meccanica razionale e Fisica matematica): i corsi di Fisica svolti da fisici si riducevano alle due fisiche sperimentali del primo biennio, nonché a tre corsi di esercitazioni. L'esistenza di un corso a scelta dello studente non modificava di molto la situazione, dato il ventaglio delle scelte disponibili.¹ Nei due corsi di Fisica sperimentale era insegnata quella che oggi chiamiamo Fisica classica (meccanica, termodinamica ed elettromagnetismo). Tuttavia, gli autori dei manuali furono abbastanza solleciti a introdurre elementi riguardanti le 'nuove radiazioni': raggi X, raggi catodici e radioattività (Marazzini, 1996). Più lenta fu invece la diffusione di elementi di relatività ristretta e di Fisica dei quanti: bisognerà attendere la traduzione del manuale di Graetz (1924) [4] e la comparsa dei testi di Fermi (1928) [6] e Castelfranchi (1929) [1]. In realtà ci furono delle anticipazioni, dovute però a fisici matematici: nel 1921 comparve il manuale di relatività di Marcolongo (1921) [10], che egli utilizzava per il corso di Fisica matematica a

¹ Per esempio, nel 1937 a Pavia, l'elenco dei corsi a scelta comprendeva: Mineralogia, Chimica organica, Astronomia, Fisica terrestre e Calcolo delle probabilità.

Napoli. Per quanto riguarda l'insegnamento, elementi di relatività e Fisica dei quanti appaiono nei corsi di Fisica superiore e Fisica matematica intorno agli anni venti. Negli stessi corsi, compariranno poi elementi di meccanica quantistica che caratterizzeranno, dal 1937, il corso di Fisica teorica.²

La struttura del corso di laurea in Fisica e le caratteristiche dei manuali erano, peraltro, omogenei alla 'natura' del fisico italiano: fisico sperimentale perché formato da fisici sperimentali per dottrina e per professione. Diffusa e radicata era la convinzione che lo sviluppo delle conoscenze fisiche fosse essenzialmente, se non unicamente, dovuto alla ricerca sperimentale: la funzione della teoria era ausiliaria e si tendeva a non riconoscerle un ruolo autonomo. Scriveva Corbino nel 1909:

Un eccessivo incoraggiamento alle ricerche di natura speculativa potrebbe così aver l'effetto di deprimere il lavoro sperimentale, che solo potrà fornire ai teorici dell'avvenire la soluzione dei problemi che ci affannano adesso... Non sembra, adunque, lecito il ritenere che un più intenso lavoro speculativo, nello stato attuale della fisica, possa servire ad estendere il campo delle nostre conoscenze sulla natura dei fenomeni. Ci si può chiedere all'opposto se da un esame rigoroso delle teorie dominanti, e dei loro fondamenti sperimentali, non possa aversi la caduta di alcune nostre credenze, che ci fan considerare quasi come verità dei semplici artifici di schematizzazione forse privi di ogni contenuto reale. (Corbino, 1939, pp. 21-22)

Se Corbino, verso la fine degli anni venti, ebbe modo di ricredersi, la comunità dei fisici italiani mantenne queste posizioni per lungo tempo ancora. Nella riunione della SIF svoltasi a Roma nel 1925, fu approvata una mozione in cui si chiedeva "almeno la duplicazione della cattedra di Fisica sperimentale in tutte le Università", mentre non si faceva cenno alcuno all'esigenza di sviluppare gli studi di Fisica teorica.³ Quelli erano peraltro gli anni in cui Enrico Fermi, dopo aver già pubblicato alcuni lavori teorici riguardanti l'elettrodinamica e la relatività ristretta, iniziava, a Pisa, il lavoro di tesi, *naturalmente* sperimentale (1922); solo nel 1927, sempre a Pisa, Giovanni Gentile jr. si laureava discutendo una tesi di natura teorica, ma solo dopo avere iniziato e abbandonato una tesi sperimentale.

² Il radicamento di questo corso fu, tuttavia, molto lento: nel 1937 - 38, corsi di meccanica quantistica di buon livello furono tenuti solo in quattro o cinque università.

³ *Il Nuovo Cimento*, 3 (1926), XL.

Infine, un cenno ai finanziamenti della ricerca. La tabella 1 offre un quadro indicativo. Questi finanziamenti devono essere considerati scarsi: tale era anche la valutazione che ne davano i destinatari. Ritorneremo più avanti su questi dati, nell'ambito di un confronto con altri paesi.

Anno	Ente	Fin. (Lire)	Fin. (ML 1997)
1900 circa	Istituto di fisica	1850*	11,5
1915 circa	Istituto di fisica	3750*	19
1935 circa	Istituto di fisica	11000-30000	15,5-43
1935 circa	Università media	750000	1065
1928	Bilancio CNR	675000	850
1935	Bilancio CNR	7691932	11306
1940	Bilancio CNR	22460618	31894

Tabella 1: alcuni dati relativi al finanziamento della ricerca. I dati con asterisco sono valutazioni basate su inferenze. La conversione in lire del 1997 è stata effettuata usando i coefficienti ISTAT: per gli anni trenta, abbiamo usato la media dei coefficienti calcolata sugli anni 1930 - 39. Le cifre relative agli Istituti dovevano coprire non solo le spese per la ricerca, ma anche quelle di supporto alla medesima; di quelle relative alle Università, solo una frazione dell'ordine del 40-50% era assegnata agli Istituti. I dati degli anni 1935 e 1940, relativi al CNR, sono stati tratti dal saggio di Maiocchi in questo volume.

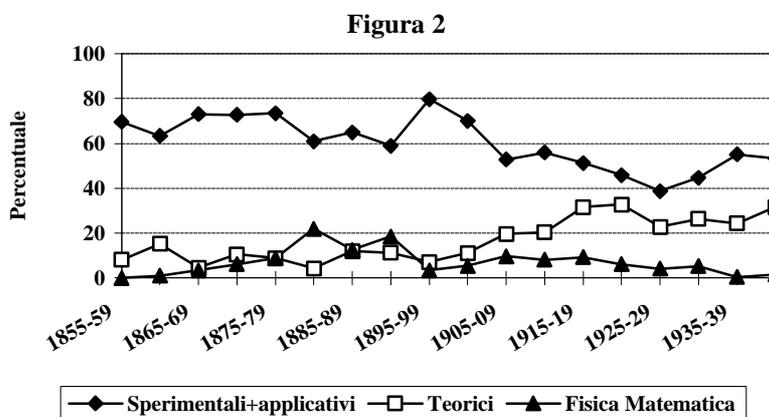
3. La ricerca

Per valutare la ricerca svolta dai fisici italiani dovremo prendere in considerazione riviste rappresentative della loro produzione scientifica. Nel periodo considerato, i fisici italiani hanno pubblicato lavori di ricerca originali sui *Rendiconti dell'Accademia dei Lincei*, su *Il Nuovo Cimento*, su riviste locali e straniere. Articoli pubblicati sui *Rendiconti dell'Accademia dei Lincei* erano sovente ripubblicati senza alcuna variazione su *Il Nuovo Cimento*; lo stesso avveniva per le riviste locali. Significativa, a questo riguardo, è la scelta editoriale effettuata dalla redazione del *Nuovo Cimento* nel 1896: la rivista pubblica 27 sunti di lavori sui raggi X pubblicati su riviste locali al fine, evidente, di portare a conoscenza di un pubblico più vasto lavori che altrimenti sarebbero rimasti poco noti. In prima e ragionevole approssimazione possiamo quindi assumere *Il Nuovo Cimento* come rappresentativo della produzione dei fisici italiani sino alla metà circa degli anni trenta. Infatti, quando Enrico Fermi e Bruno Rossi, per esigenze di rapida pubblicazione, iniziano a pubblicare i loro lavori sulla neonata rivista del CNR - *La Ricerca Scientifica* - *Il Nuovo Cimento* non può più essere considerato pienamente rappresen-

tativo della produzione dei fisici italiani. Il caso di Fermi è significativo: egli pubblica su *Il Nuovo Cimento* 24 lavori sino al 1933, 4 nel 1934 e solo 2 negli anni successivi. Quello di Bruno Rossi è simile: egli pubblica 9 lavori sino al 1934 ed uno solo negli anni successivi.

3.1 Sperimentare non basta

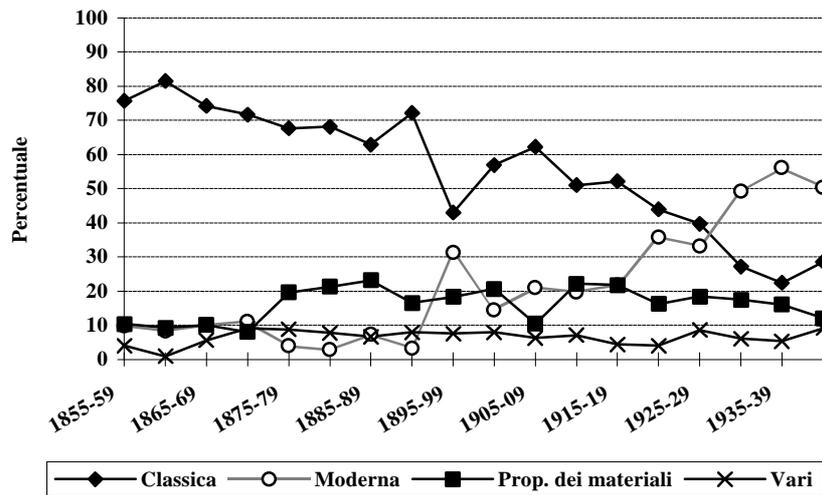
I lavori dei fisici italiani sono, prevalentemente, sperimentali (figura 2).⁴



Tuttavia, sebbene non ci siano stati fisici teorici di professione sino verso la fine degli anni trenta, una frazione consistente di articoli è teorica o presenta una significativa miscela di esperimento e teoria. Come si esprime Corbino nel 1929, i fisici sperimentali italiani si trasformavano, all'occorrenza, in “teorici di se stessi”. Gli articoli de *Il Nuovo Cimento* sono inoltre stati raggruppati in tre grandi gruppi (vedi l'appendice): fisica classica, fisica moderna e proprietà dei materiali (figura 3). Nel gruppo della fisica classica sono stati inseriti quegli articoli che trattano temi tipici della fisica ottocentesca; in quello della fisica moderna si trovano invece gli articoli connessi a problematiche che hanno svolto un ruolo cruciale nel passaggio tra fisica dell'ottocento e fisica moderna (ad esempio: corpo nero, scarica elettrica nei gas rarefatti, raggi catodici, raggi X, radioattività) o che sono, cronologicamente, chiaramente collocate nel novecento (ad esempio: relatività, fisica quantica, effetto Stark, superconducibilità). Sebbene tale classificazione possa essere considerata, in qualche misura, arbitraria, essa appare significativa.

⁴ Utilizziamo qui elementi di analisi contenuti nel volume di Giuliani [7].

Figura 3



La figura 3 mostra infatti che, mentre gli articoli classificati come ‘proprietà dei materiali’ o ‘vari’ (articoli non classificabili in alcuno dei tre raggruppamenti) costituiscono un sottofondo abbastanza costante, la fisica classica e moderna sono complementari: alla diminuzione dell’una corrisponde la crescita dell’altra. Naturalmente, questo andamento era del tutto prevedibile: da questo punto di vista, esso costituisce un supporto della attendibilità della classificazione adottata. Al picco della fisica moderna (e al relativo calo della fisica classica) nel quinquennio 1896-1900 hanno contribuito i lavori dei fisici italiani sui raggi X e sulle tematiche collegate (raggi catodici, scarica elettrica nei gas rarefatti); la crescita della fisica moderna nel quinquennio 1920-1924 è in parte dovuto alla comparsa sulla scena di Enrico Fermi; infine, il calo della fisica moderna, accompagnato dalla crescita della fisica classica, nell’ultimo quinquennio (1940-1944), non ha alcuna giustificazione intrinseca allo sviluppo della disciplina e sembra imputabile all’impatto di eventi estrinseci: leggi razziali (con conseguenti emigrazioni) e attività belliche. Se si prescinde dalle oscillazioni connesse a questi tre periodi, la crescita della fisica moderna e il corrispondente calo della fisica classica nel periodo 1896 - 1939 seguono un andamento sostanzialmente lineare, a testimonianza di un processo di adeguamento caratterizzato dalla continuità. Supponendo questi andamenti come effettivamente lineari, il calo della Fisica classica risulta del 5,3% ogni quinquennio, mentre il corrispondente aumento della Fisica moderna del 5,9%: si tratta, come si vede, di variazioni lente, corrispondenti allo spostamento di circa tre articoli l’anno da una classe all’altra (su circa cinquanta articoli pubblicati ogni anno). Se si aggiunge il fat-

to che nei primi due decenni del novecento i fisici italiani stanno sostanzialmente ai margini del principale filone di sviluppo della disciplina - lo studio della struttura microscopica della materia - emerge un quadro di grande difficoltà per quanto concerne il processo di “modernizzazione” della Fisica in Italia. I ritardi accumulati nei venticinque anni che vanno dal 1896 al 1920 inizieranno ad essere colmati dal processo di rinnovamento innescato da Enrico Fermi; l'allineamento della comunità dei fisici italiani su livelli di produttività e qualità adeguati ai ritmi di sviluppo della disciplina avverrà, tuttavia, solo nel secondo dopoguerra.

3.2 Squilibri nel tardo ottocento

Già nel tardo ottocento, i fisici italiani avevano trascurato tutti quei filoni di ricerca che si sono poi rivelati come cruciali nel passaggio verso la fisica del novecento ed intimamente connessi alla struttura microscopica della materia: scarica elettrica nei gas rarefatti, radiazione di corpo nero, fisica statistica e spettroscopia delle righe (tabella 2). Uno sguardo alla tabella mostra immediatamente che tre dei quattro argomenti in questione (radiazione di corpo nero, Fisica statistica e spettroscopia delle righe) sono stati praticamente ignorati. Per quanto concerne la scarica elettrica nei gas rarefatti, va osservato che solo due autori (Volterra e Battelli) hanno affrontato le questioni trattate da un punto di vista microscopico.

Al volgere del secolo, i fisici italiani ereditavano quindi una visione della fisica condizionata dagli sviluppi che la disciplina aveva avuto in Italia nel tardo ottocento: disciplina sperimentale, basata sulla osservazione dei fenomeni e sulla misura delle grandezze fisiche macroscopiche in essi coinvolte; uso limitato degli approcci teorici, considerati come strumenti di descrizione dei risultati sperimentali, ma non come fonte di nuovi creativi sviluppi anche per la pratica di laboratorio. Data questa visione della disciplina, non sorprende lo scarso impegno sui temi della struttura microscopica della materia, che richiedevano un approccio alla conoscenza dei fenomeni fisici basato sulla alternanza - interazione di teoria ed esperimento e sulla necessità di cimentarsi nella elaborazione - adozione di nuove congetture. Questa eredità, congiunta alle difficoltà soggettive, nonché a quelle derivanti dalle ridotte dimensioni della comunità dei fisici e dalla lentezza e qualità del ricambio generazionale, è sufficiente per spiegare l'emarginazione della ricerca fisica in Italia dai principali flussi di sviluppo della disciplina nei primi due decenni del novecento.

Argomento	Titolo	Autori	Anno
Scarica elettrica nei gas rarefatti	Sui fenomeni termici prodotti dal passaggio della elettricità attraverso i gas rarefatti	A. Naccari e M. Bellati	1878
	Alcune esperienze relative alla scarica dei gas rarefatti	A. Righi	1880
	Rotazioni elettrostatiche nei gas rarefatti	R. Arnò	1894
	Apparecchio da lezione per la scarica elettrica nei gas rarefatti	A. Stefanini	1896
	Scariche elettriche nell'aria rarefatta. Influenza della temperatura.	M. Pandolfi	1897
	Scariche elettriche nei gas rarefatti. Influenza del magnetismo.	P. Melani	1897
	Sulla scarica elettrica nei gas e sopra alcuni fenomeni di elettrolisi	V. Volterra	1898
	Effluvi elettrici unipolari nei gas rarefatti	A. Battelli	1898
	Sopra a un curioso fenomeno osservato facendo passare una corrente elettrica in un tubo a gas rarefatto	A. Righi	1899
	Corpo nero	Dimostrazione elementare di un teorema relativo alla teoria del raggiamento dato dal Prof. R. Clausius	A. Bartoli
Fisica statistica	Su alcune condizioni fisiche dell'affinità e sul moto Browniano	G. Cantoni	1868
Spettroscopia delle righe	Sullo spettro di assorbimento dei gas	P. Baccei	1899
	Sullo spettro di assorbimento delle mescolanze gassose	P. Baccei	1899

Tabella 2: argomenti trascurati nel tardo ottocento.

3.3 Il caso di Fermi

La comparsa sulla scena di Enrico Fermi non ha alcuna correlazione con le caratteristiche strutturali e culturali della fisica italiana di quel periodo. Come ampiamente documentato da diversi fisici che di Fermi furono allievi informali e collaboratori, nonché dalle ricostruzioni biografiche, Enrico Fermi costituisce un caso esemplare di scienziato che si forma e si afferma contando solo sulle proprie forze. Egli dovette superare gli ostacoli frapposti da una struttura di ricerca asfittica, povera di stimoli culturali e destinata, in assenza di eventi estrinseci, ad attendere il lento mutamento delle condizioni complessive del paese, prima di avviarsi verso il recupero delle posizioni perdute. Fermi si forma da autodidatta: negli anni giovanili, per vocazione; durante gli studi universitari a Pisa, per necessità. Nessuno, tra i suoi docenti a Pisa è in grado di aiutarlo a padroneggiare la relatività e la fisica dei quanti. Anche il suo atteggiamento pragmatico, incurante delle implicazioni filosofiche ed epistemologiche del lavoro del fisico, costituisce una netta cesura rispetto ad una tradizione che aveva visto Righi, Ferraris, Garbasso e Corbino impegnati su questi temi (Giuliani, 1995, pp. 40-75). Emblematico è, da questo punto di vista, il breve contributo di Fermi all'appendice del volume

di Koppf intitolato “I fondamenti della relatività einsteiniana” e pubblicato a Milano nel 1923. In esso, Fermi scrive, tra l'altro:

La grandiosa importanza concettuale della teoria della relatività, come contributo ad una più profonda comprensione dei rapporti tra spazio e tempo, e le vivaci e spesso appassionate discussioni a cui essa ha in conseguenza dato luogo anche fuori degli ambienti strettamente scientifici, hanno forse un po' distolta l'attenzione da un altro suo risultato che, per esser meno clamoroso e, diciamo pure, meno paradossale, ha tuttavia nella fisica conseguenze non meno degne di nota, ed il cui interesse è verosimilmente destinato a crescere nel prossimo svilupparsi della scienza. Il risultato a cui accenniamo è la scoperta della relazione che lega la massa di un corpo alla sua energia. (Fermi, 1961, p. 33)

A distanza di molti decenni, possiamo concordare con Fermi su quale fosse la novità più gravida di conseguenze - concettuali e applicative - contenuta nella relatività ristretta. Ma nel 1923, nel pieno della discussione sull'impatto della relatività sulle concezioni di spazio e tempo - discussione ancora oggi non sopita - non era usuale assumere una simile posizione.

Fermi introduce ritmi di produzione e livelli di qualità inusitati: dal 1921 al 1933 pubblica su *Il Nuovo Cimento* 24 lavori di cui 18 teorici. Richiama intorno a sé giovani e brillanti fisici che daranno negli anni a venire contributi fondamentali: Franco Rasetti, Gilberto Bernardini, Emilio Segré, Bruno Pontecorvo, Bruno Rossi, Edoardo Amaldi, Ettore Majorana. Nel 1934 inizia l'avventura con i neutroni lenti che lo condurrà, nel 1938, al premio Nobel.

La vicenda di Fermi e dei suoi collaboratori si sviluppa tuttavia come una chiara anomalia nel panorama della Fisica italiana: per le qualità della persona, per il rapporto con gli “allievi”, per il lavoro di gruppo che si instaura, per la Fisica che si studia e si pratica. Questa vicenda ha, in una prospettiva storica, una valenza duplice: sostanzialmente ininfluyente, perché eccezionale, isolata e non imitabile, nel contesto della comunità dei fisici italiani di allora; di grande rilevanza nell'immediato dopoguerra per il rilancio della ricerca fisica in Italia. La debolezza strutturale della comunità dei fisici italiani degli anni trenta ha infatti reso tale comunità quasi impermeabile al travaso di conoscenze e di stile di lavoro dal gruppo romano. Nel secondo dopoguerra, nel contesto di un rinnovato interesse delle forze politiche e del governo per le applicazioni tecniche della scienza, la positiva eredità del gruppo romano ha permesso il radicamento e lo sviluppo della fisica del nucleo. Tuttavia, la perdurante debolezza delle strutture di ricerca e l'assenza di una tra-

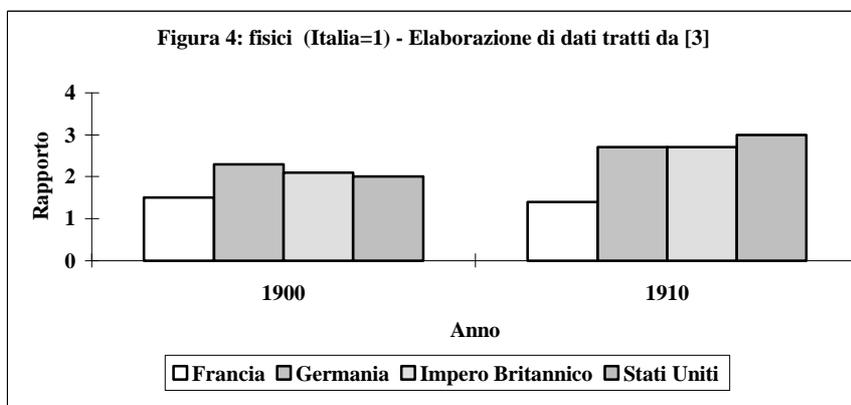
dizione consolidata nella gestione dei flussi finanziari della ricerca ha favorito uno sviluppo disarmonico della fisica le cui conseguenze negative, sebbene attenuate, sono ancora operanti ai nostri giorni.

4. Un confronto con la Francia

Un confronto della situazione italiana con altri paesi è possibile solo disponendo di dati abbastanza omogenei o che permettano comunque valutazioni comparative. Indagini di questo tipo sono, purtroppo, rare: oltre allo studio centrato intorno al 1900 e svolto da Forman, Heilbron e Weart [3], è disponibile solo uno studio di D. Pestre sulla Francia tra le due guerre [11]. Mancano invece studi analoghi relativi alla Germania ed alla Gran Bretagna. Un confronto dettagliato è quindi possibile solo con la Francia.

4.1 I fisici e i finanziamenti

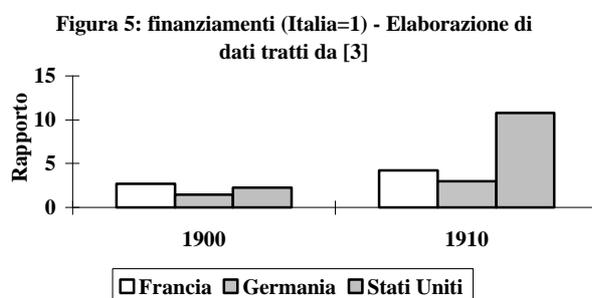
Agli inizi del ventesimo secolo, la dimensione della comunità dei fisici italiani era inferiore a quella di altri paesi, secondo i dati di Forman, Heilbron e Weart: il divario oscillava tra un fattore di circa 1,5 (Francia) e un fattore di circa 3 (Stati Uniti) (figura 4).



Secondo Pestre, il numero dei ricercatori di Fisica operanti a Parigi nel 1940 era di circa 200, suddivisi in 14 laboratori, mentre quello dei fisici in *province* era di circa 110, sparsi su una trentina di laboratori. Allo scoppio della guerra il numero dei fisici francesi era quindi circa triplo di quello dei fisici italiani, il cui numero, come abbiamo visto, era di circa 130, sparso su di una ventina di sedi. Nei primi quaranta anni del secolo il divario tra Italia e Francia si era quindi allargato di un fattore 2. Negli anni trenta, il tipico istituto di

fisica italiano era pertanto più simile, per quanto concerne le dimensioni del gruppo di ricerca (tre, quattro unità) e - verosimilmente - per i finanziamenti, a quello di un istituto della *province* francese; mentre la tendenza a concentrare le risorse umane e materiali nell'area parigina aveva favorito la crescita di gruppi di ricerca di una consistenza numerica (superiori alle dieci unità) che non trovava alcun riscontro nella situazione italiana.

Per quanto concerne i finanziamenti, i dati di Forman, Heilbron e Weart mostrano un divario tra Italia e Francia di un fattore due nel 1900 e di un fattore quattro nel 1910 (figura 5).



Per gli anni successivi, un confronto diretto non è, per ora, possibile per la difficoltà di reperire dati sul valore del cambio lira - franco. Possiamo solo guardare alla dinamica dei finanziamenti della ricerca ed ai loro rapporti interni. Si possono individuare due canali di finanziamento: quello diretto agli istituti o laboratori universitari (*dotazioni* italiane e *matériels universités* francesi) e quello che passava attraverso istituti esterni alle università come il CNR italiano o il CNRS francese (figure 6 e 7).

Tra gli anni venti e trenta, la dinamica delle *dotazioni* italiane è simile a quella della corrispondente voce francese (i dati tengono conto della variazione del potere d'acquisto delle due monete e sono riferiti al valore del primo anno: 1870 per le dotazioni e 1920 per i *Matériels Universités*). Per quanto riguarda i finanziamenti esterni la situazione è molto diversa: in Francia, essi aumentano quasi linearmente tra il 1925 e il 1933, passando da 1,5 a 21 ML di franchi, con un incremento, in termini reali (tenendo cioè conto delle variazioni del potere di acquisto del franco), di un fattore 20; in Italia, la voce corrispondente riguarda essenzialmente il CNR il cui bilancio passa dalle 175000 lire del 1923 alle 675000 lire del 1928, con un incremento, in termini reali, di solo un fattore 4. Per valutare appieno le differenze, si tenga presente che, mentre il bilancio CNR del 1928 equivaleva alle *dotazioni* di una sede universitaria di medie dimensioni, i finanziamenti alla ricerca in Francia attraverso gli enti esterni sono, dalla fine degli anni venti,

dello stesso ordine di grandezza dei *matériels universités* dati direttamente a tutte le università.

Figura 6

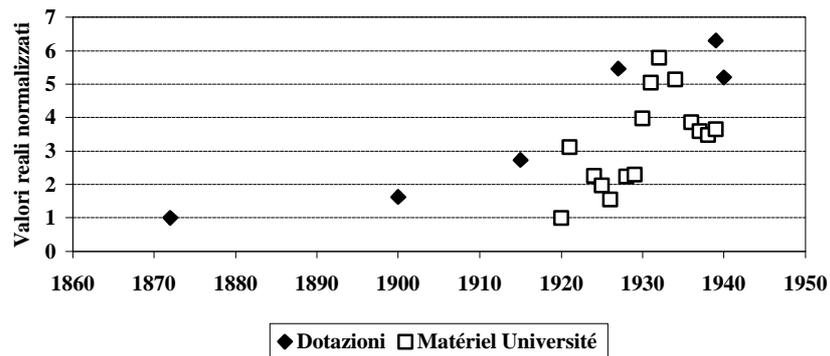
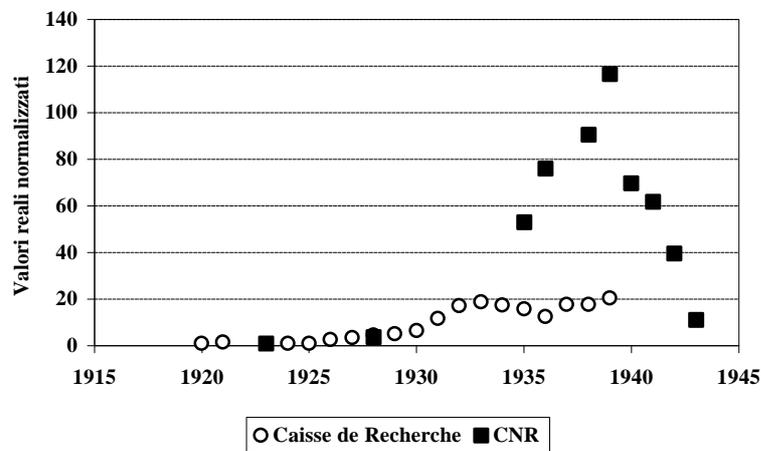


Figura 7



In Italia, un incremento consistente del bilancio del CNR avviene solo a partire dalla metà degli anni trenta, come documentato nel saggio di Maiocchi, già citato (e dal quale sono stati tratti i dati della figura 7 relativi al CNR). Tali finanziamenti sono stati comunque diretti, prevalentemente, verso la ricerca applicata, anche come riflesso della politica autarchica del governo.

Complessivamente, il quadro istituzionale che emerge può essere così schematizzato:

- agli inizi del secolo la situazione è, dal punto di vista quantitativo, pressoché simile nei due paesi. Tuttavia, la tendenza francese a concentrare le risorse nell'area parigina crea le condizioni per una produttività scientifica più elevata
- il decennio a cavallo tra gli anni venti e gli anni trenta produce una consistente differenziazione tra i due paesi; mentre la Francia dà segnali precisi nella direzione del rafforzamento delle strutture di ricerca incrementando sensibilmente i finanziamenti, l'Italia non riesce a fare altrettanto, nonostante le richieste della comunità scientifica e gli impegni verbali del governo fascista assunti anche personalmente da Mussolini
- solo dalla metà degli anni trenta i finanziamenti della ricerca in Italia, prescindendo dalla loro ripartizione tra ricerca di base e applicata, presentano una dinamica simile a quella francese

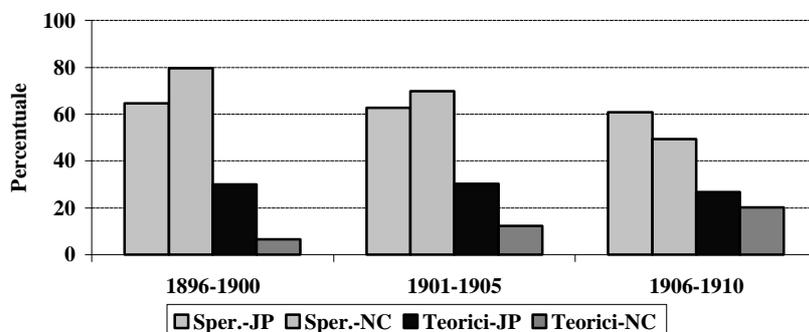
4.2 La ricerca

Una valutazione comparata della produzione scientifica media può essere fatta solo attraverso un'analisi di riviste rappresentative della produzione scientifica dei vari paesi. Per la Francia e l'Italia esistono gli studi di Pestre [11] e Giuliani [7], rispettivamente sul *Journal de Physique* (1920 - 1940) e sul *Nuovo Cimento* (1855 - 1944). Le due indagini sono state condotte con criteri di classificazione diversi; tuttavia, è possibile utilizzarle per una valutazione comparata. Per gli altri paesi, non sono disponibili studi simili. Per colmare almeno in parte questa lacuna, abbiamo intrapreso uno studio di tre riviste rappresentative - *Journal de Physique*, *Philosophical Magazine* ed una rivista tedesca ancora da definire - relativamente al periodo 1896 - 1910, scelto per le sue caratteristiche di eccezionalità. Il tipo di analisi svolta è analoga a quella condotta sul *Nuovo Cimento*. Sinora, sono disponibili solo i risultati relativi al *Journal de Physique*.⁵ Pertanto, ci limiteremo di nuovo ad un confronto con il caso francese. I dati relativi al periodo 1896 - 1910 sono omogenei perché ottenuti con le medesime procedure di analisi.⁶

⁵ La classificazione è stata realizzata da Francesca Passera.

⁶ Va tuttavia osservato che il *Journal de Physique* non può essere considerato rappresentativo della produzione scientifica francese così come il *Nuovo Cimento* lo è

Figura 8: fisica sperimentale e teorica (1896-1910)



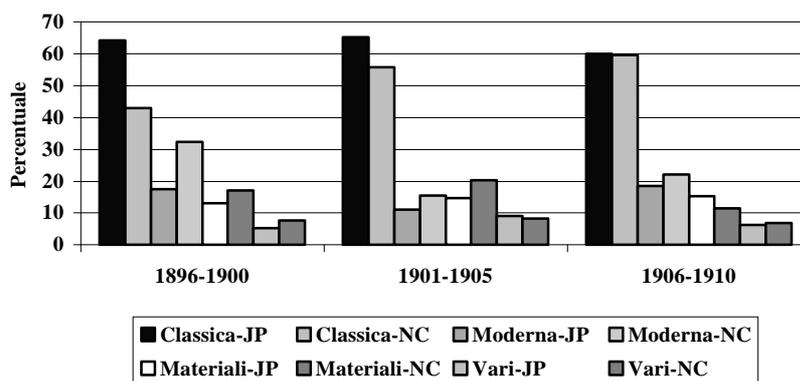
La figura 8 sembra indicare che la Fisica francese si trovava, tra il 1896 e il 1910, in un periodo di relativa stabilità, per quanto concerne la ripartizione tra esperimento e teoria. Da questo punto di vista, la Fisica italiana appare invece in una fase di transizione, caratterizzato da un'iniziale componente teorica molto ridotta. La dinamica interna alla Fisica italiana non è correlata ad alcun mutamento di carattere istituzionale: essa appare quindi tutta interna alla disciplina e dovuta ad una maggiore attenzione rivolta agli aspetti teorici da parte dei fisici italiani che erano, come abbiamo visto, tutti sperimentali. La ripartizione tra Fisica classica e moderna è mostrata in figura 9. Le differenze tra i due paesi negli ultimi due periodi non appaiono significative; nel primo quinquennio, il maggiore coinvolgimento dei fisici italiani nella Fisica moderna è da attribuirsi, in gran parte, alla attenzione rivolta alla scoperta dei raggi X, che si è tradotta in un numero rilevante di articoli pubblicati sul *Nuovo Cimento* (41 nel 1896 contro i 12 apparsi sul *Journal de Physique*).

Il confronto relativo al periodo 1920 - 1940 è stato condotto con criteri leggermente diversi, uniformati a quelli usati da Pestre. In particolare:

- abbiamo classificato come teorici solo gli articoli teorici 'puri', mentre nella nostra analisi del *Nuovo Cimento*, estesa anche al *Journal de Physique* per il periodo 1896 - 1910, abbiamo classificato gli articoli misti come per metà teorici e per metà sperimentali

per la produzione scientifica italiana. Per esempio, i lavori di Marie e Pierre Curie sulla radioattività sono stati per lo più pubblicati sui *Comptes Rendues*.

Figura 9: fisica classica e moderna (1896-1910)



- abbiamo, per quanto riguarda *Il Nuovo Cimento*, sommato gli articoli applicativi a quelli sperimentali (Pestre non utilizza questa distinzione); abbiamo infine posto pari a cento la somma degli articoli teorici, sperimentali e applicativi, ignorando quindi gli articoli classificati sotto altra denominazione⁷ (circa il 27%; nella classificazione di Pestre sono stato ignorati circa il 6% degli articoli)

Il dato relativo alla componente teorica in Francia per il periodo 1920 -1932 appare singolare: esso rappresenta infatti il valore minimo fra tutti i periodi considerati (figura 10). Questo effetto non è attribuibile al fatto che nella nostra analisi del *Journal de Physique* relativa al periodo 1896 - 1910 abbiamo considerato anche i lavori misti (sperimentali e teorici). Infatti, conteggiando solo i lavori teorici 'puri', la percentuale dei lavori teorici è ovviamente modificata, ma non in modo significativo: essa rimane sempre al di sopra del 20%. Infine la ripartizione tra fisica classica e fisica moderna non presenta differenze significative tra i due paesi (figura 11).

⁷ Fisica Matematica, Didattica, Storia, Rassegna, Discussione.

Figura 10: fisica sperimentale e teorica (1920-1932)

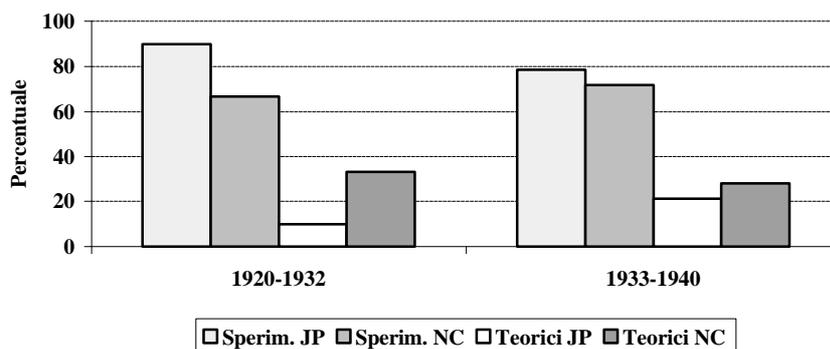
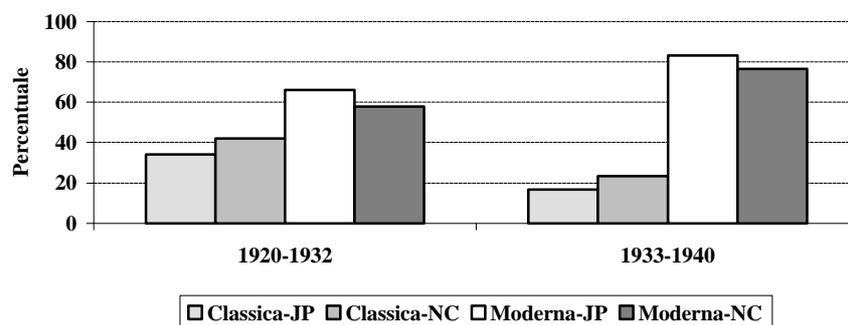


Figura 11: fisica classica e moderna (1920-1932)



Siamo ora in grado di trarre alcune conclusioni da questo raffronto. Nel corso di quasi un cinquantennio⁸ le pur significative differenze istituzionali - numero dei fisici, dimensioni dei gruppi di ricerca, finanziamenti - non si sono tradotte in differenze significative nelle caratteristiche della produzione scientifica, in particolare, per quanto riguarda la ripartizione tra Fisica classica e moderna. Questo dato, congiuntamente al caso emblematico del gruppo di Fermi, è del resto in sintonia con l'opinione secondo cui una solida struttura di ricerca scientifica è una condizione necessaria per porre gli uomini di scienza in condizioni di partenza ragionevoli e per favorire le applicazioni tecniche delle conoscenze scientifiche. Le alte vette della produzione scientifica appaiono, tuttavia, come il prodotto di circostanze che, sebbene possano essere consapevolmente favorite o talvolta create, sfuggono a qualsiasi programmazione o disegno progettuale.

⁸ Manca, in realtà l'analisi del *Journal de Physique* tra il 1911 e il 1919.

5. Conclusioni

La riflessione sulle vicende della Fisica italiana nel periodo considerato, tenuto anche conto del raffronto con il caso francese, permette di trarre alcune conclusioni:

1. Dal punto di vista istituzionale - numero dei fisici, dimensioni dei gruppi di ricerca, laboratori esterni all'Università, finanziamenti, accentuato centralismo - la comunità dei fisici italiani è ancora, a metà degli anni trenta, assai debole, sia in assoluto, sia in riferimento alla Francia. La debolezza strutturale della comunità dei fisici è peraltro il riflesso della debolezza strutturale della ricerca scientifica in Italia nel suo insieme. Nel secondo dopoguerra, tale debolezza complessiva renderà ardua la costruzione di una struttura di ricerca nazionale organica ed equilibrata.
2. Tra le limitazioni strutturali, la più significativa è stata la ridotta dimensione dei gruppi di ricerca. Un gruppo di tre, quattro persone è, in generale, inadeguato a sviluppare quel livello di discussione che è necessario all'impresa scientifica, soprattutto se i collegamenti esterni sono nulli o scarsamente significativi. La situazione era poi aggravata dalle relazioni interne al gruppo, caratterizzato da un rapporto gerarchico basato sui ruoli e non sulle competenze. Un'eccezione è rappresentata dal gruppo di Fermi, numericamente non molto più grande della media: ma, a parte le qualità eccezionali del personaggio, lo stile di studio e di lavoro del gruppo suppliva alle sue ridotte dimensioni.
3. Al di là delle debolezze strutturali, la Fisica italiana ha sofferto per un bagaglio culturale, ereditato dall'ottocento, angusto e inadeguato per far fronte alle innovazioni della disciplina. La mancata attenzione verso la struttura microscopica della materia appare *anche* come il prodotto di una visione della fisica come disciplina essenzialmente sperimentale, votata alla misura di grandezze macroscopiche e rifuggente le ardite ipotesi che si sono rivelate come necessarie per indagare la struttura intima della materia.
4. La nascita e lo sviluppo del gruppo di Fermi rappresenta un'anomalia difficilmente riproducibile nel contesto italiano di allora.
5. Lo scoppio della seconda guerra mondiale vede accentuarsi la crisi della comunità dei fisici italiani: le emigrazioni dovute alle leggi razziali

la privano di alcuni dei suoi esponenti migliori. Nel 1938 scompare Ettore Majorana e nel 1942 muore Giovanni Gentile jr.

6. Il secondo dopoguerra, in un contesto mondiale completamente mutato, la ricerca fisica in Italia dovrà fare i conti con i problemi della ricostruzione del paese, con la debolezza complessiva delle strutture di ricerca, con i suoi squilibri interni: il suo rilancio ne risulterà segnato e distorto.

Appendice.

Fisica classica	Proprietà dei materiali	Fisica moderna
Acustica	Conducibilità elettrica	Astrofisica
Astronomia	Conducibilità termica	Corpo nero
Calorimetria	Cristallografia	Cosmologia
Elasticità	Diffusione	Effetto Raman
Elettricità	Effetti-galvano-termo-magnetici	Effetto Stark
Elettrolisi	Effetti magneto-elastici	Effetto Zeeman
Elettromagnetismo	Effetto Volta	Emissione secondaria
Etere	Effetto termoionico	Fisica nucleare
Fluidi	Fluorescenza, fosforescenza	Fisica quantistica
Fotometria	Fotoconducibilità	Fisica statistica
Geofisica	Piezoelettricità	Gas rarefatti
Geologia	Proprietà dielettriche	Gravitazione
Idrodinamica	Proprietà elastiche dei materiali	Irraggiamento termico
Liquidi	Proprietà magnetiche	Magneto-ottica
Matematica	Solidi	Radioattività
Meccanica	Termoelettricità	Raggi catodici
Meteorologia		Raggi cosmici
Ottica		Raggi molecolari
Raggi ultravioletti		Raggi X
Termodinamica		Relatività
Termometria		Spettroscopia
		Struttura molecolare
		Effetto fotoelettrico
		Superconducibilità

Classificazione degli articoli de *Il Nuovo Cimento* in tre gruppi.

Bibliografia.

1. Castelfranchi, G., (1929), *Fisica moderna*, Milano.
2. Corbino, O.M., (1938), 'I fondamenti sperimentali delle nuove teorie fisiche', Discorso inaugurale letto nella Regia Università di Roma il 4 novembre 1909, in *Conferenze e discorsi di O.M. Corbino*, (Roma, 1938).

3. Forman, P., Heilbron, J.L., Weart, S., (1975), 'Physics circa 1900', *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 5, 1 - 186.
4. Graetz, L. *Le nuove teorie atomiche e la costituzione della materia*, Milano, 1924.
5. Fermi, E., (1961), 'Le masse nella teoria della relatività', in *Note e memorie*, volume I, (Roma), 33-34; da: A. Kopff (1923), *I fondamenti della relatività einsteniana*, Milano.
6. Fermi, E., (1929), *Introduzione alla fisica atomica*, Bologna, 1928.
7. Giuliani, G., (1996), *Il Nuovo Cimento. Novant'anni di Fisica in Italia: 1855 - 1955*, Pavia.
8. Maiocchi, R., (1999), 'La ricerca scientifica nel CNR', in questo volume.
9. Marazzini, P. (1996), *Nuove radiazioni, quanti e relatività in Italia: 1896 - 1925*, (Pavia, La Goliardica Pavese).
10. Marcolongo, R., (1921), *Relatività*, Napoli.
11. Pestre, D., (1984), *Physique et physiciens en France: 1918 - 1940*, Montreux.