



**È curioso a vedere che gli uomini
di molto merito hanno sempre le
maniere semplici, e che sempre le
maniere semplici sono prese per
indizio di poco merito.**

Giacomo Leopardi



Un ingegnere a caso: Giorgi...

Molto mi impressionò l'apprendere che dai matematici era stata dimostrata l'impossibilità di risolvere in qualsiasi avvenire il problema della quadratura del cerchio con mezzi elementari. Una scienza che in questa guisa riesce a prevedere il proprio avvenire deve essere ben superiore alle altre discipline umane...

Aggiungo che la cultura classica, latina e soprattutto greca, mi fu proficua per la mia formazione mentale, per spingermi a cercare nelle scienze positive l'ideale alto del ragionamento e della bellezza.

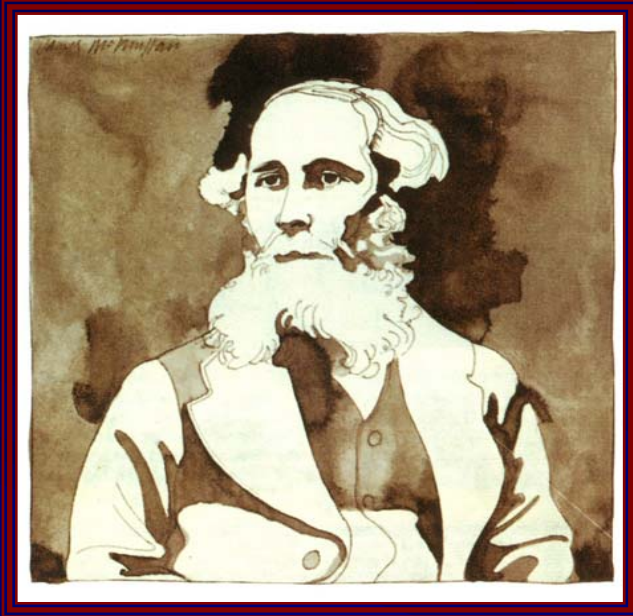


I matematici stanno scalando un'alta montagna e, arrivati in cima, troveranno i teologi che li stavano aspettando.

Anonimo (IV sec.)

Storia ed Epistemologia delle Scienze Elettromagnetiche





J.C. Maxwell



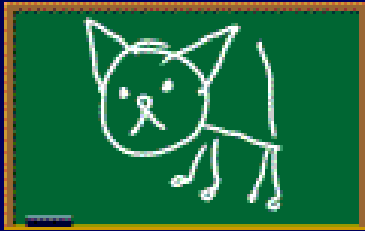
*Il programma
del corso
in poche
parole....*

*È una riflessione comune,
ma con questo ci
dimentichiamo di credervi,
che le anime sensibili si
fanno ogni giorno più rare
e le menti colte più
comuni.*

Stendhal



C.P. Steinmtez



Escursione veloce sui fondamenti:

- Richiami di Fisica Matematica (azioni a distanza e per contiguità, teoria di campo, spazio geometrico e spazio fisico, leggi ai rotori ed alle divergenze, nozioni su equazioni ellittiche, paraboliche, iperboliche, potenziali attuali e ritardati; le equazioni di Maxwell e la relazione di Poynting); transizione campi-reti;



PROLEGOMENI

(per chi non ne sa nulla...)

- La rivoluzione scientifica: Galilei, Descartes, Newton; il meccanicismo
- L'illuminismo ed il trionfo dell'Ecole; il modello di Laplace; l'enigma inatteso: Oersted; l'elettrodinamica di Ampere tra Newton e Fourier
- L'affermazione della scuola inglese: Stokes e Kelvin; la Dynamical Philosophy



Ingegnere: chi era costui?

- Faraday e la teoria di campo
- La Dynamical Theory maxwelliana
- I postmaxwelliani: Heaviside, Poynting, J.J. Thomson, Hertz;
- Dall'elettromagnetismo teorico all'elettromagnetismo applicato: lo scienziato (Hopkinson), lo scienziato inventore (Ferraris), il fisico matematico che diventa ingegnere (Steinmetz), l'ingegnere scienziato (Kron e Slepian)



Il metodo

- I problemi della Nuova Ingegneria: Pupin e Steinmetz, gli ironless coils e gli apparecchi elettrici reali; il mutuo induttore: modello per induttanze (auto e mutui flussi) di Maxwell e modello di campo (flusso magnetizzante e flussi dispersi) di Steinmetz; l'algebra dei fasori ;



L'umus culturale

- Le perdite nel ferro, l'analisi dinamica delle reti, il calcolo operatoriale di Heaviside, Epistemologia della Teoria delle Reti
- L'enigma delle costanti distribuite: dal modello di Kirchhoff al modello radiativo di Sommerfeld;
- il paradosso di Weber;
- la teoria unificata delle macchine elettriche ed il suo approccio tensoriale



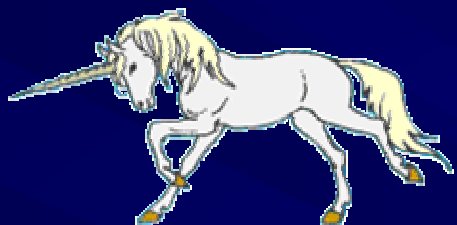
I Maestri

- L'Elettrotecnica in Europa (Dobrowolski e Brown), negli Stati Uniti (la Leggenda di Schenectady: Steinmetz, Berg, Alger, Doherty, Kron)
- Ed in Italia (da Mossotti a Ferraris, da Ferraris ad Ascoli, da Ascoli a Giorgi e Lori, da Giorgi a Vallauri, Bottani e Someda)



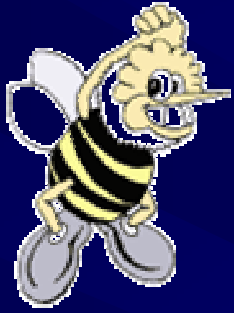
Verso una cultura di ingegneria

- L'elettrico come potmaxwelliano;
- Il suo ruolo: un fisico matematico di alto rango che decide di diventare ingegnere;
- Il “patto scellerato”: l'ingegneria delle equazioni di Maxwell come realtà quotidianamente possibile: scienza e capacità evocativa, formalismo agnostico (teoria delle reti) ed equivalenza interna (macchine ed apparecchi elettrici)

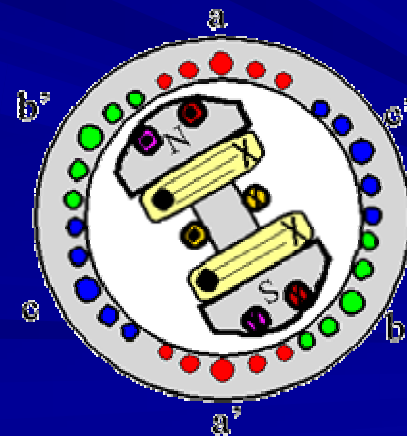
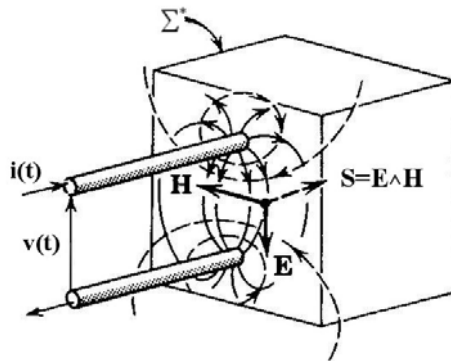
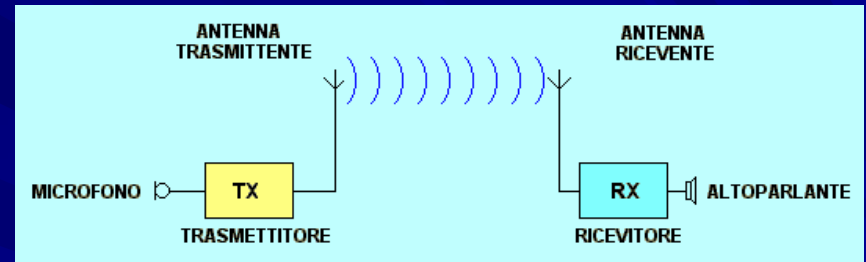


Gli speroni d'argento,
finalmente...



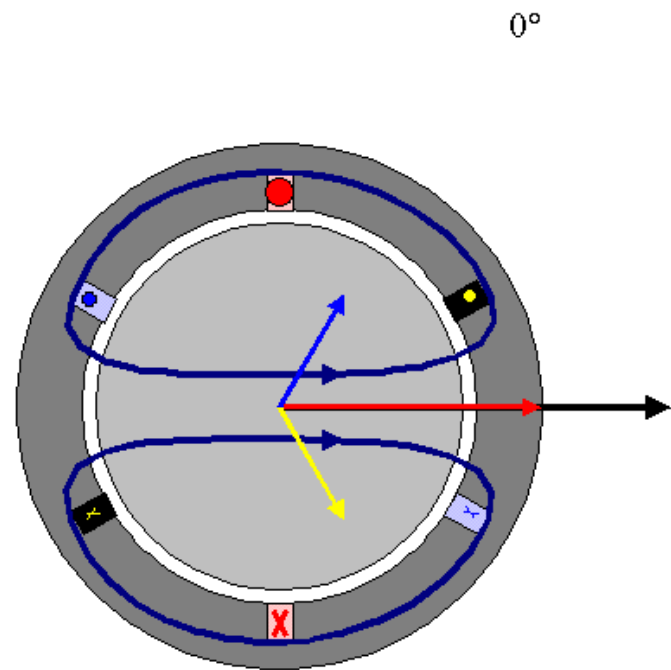
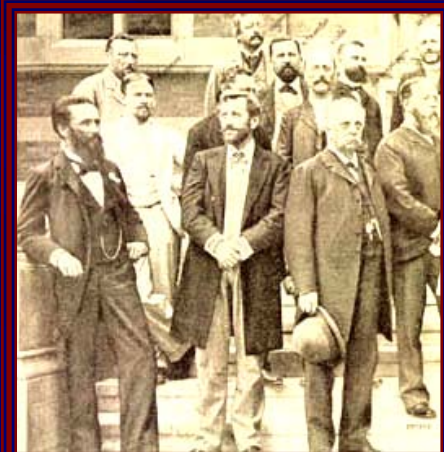


Tutti insieme
appassionatamente:
le magie di cui parlare...



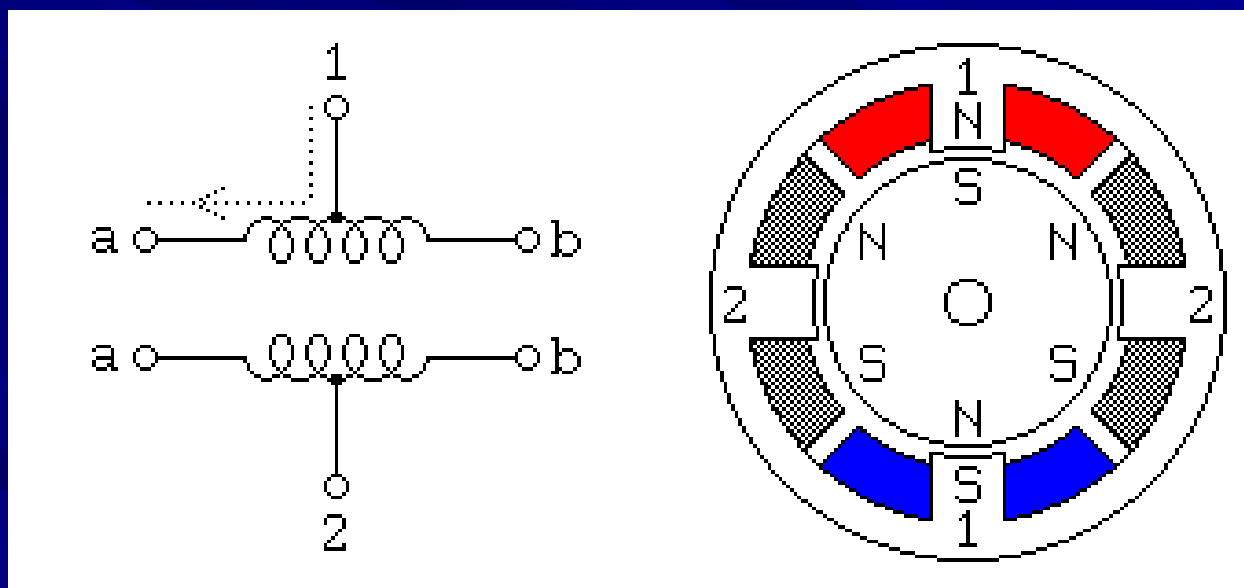


Il campo Ferraris





La conversione elettromeccanica





Di come e perché il fisico matematico Maxwell abbia modellizzato trasformatore...

Electromagnetic Relations of two Conducting Circuits.

(28) In the case of two conducting circuits, A and B , we shall assume that the electromagnetic momentum belonging to A is

$$Lx + My,$$

and that belonging to B ,

$$Mx + Ny,$$

where L , M , N correspond to the same quantities in the dynamical illustration, except that they are supposed to be capable of variation when the conductors A or B are moved.

Then the equation of the current x in A will be

$$\xi = Rx + \frac{d}{dt}(Lx + My) \dots\dots\dots (4),$$

and that of y in B .

$$\eta = Sy + \frac{d}{dt}(Mx + Ny) \dots\dots\dots (5),$$

where ξ and η are the electromotive forces, x and y the currents, and R and S the resistances in A and B respectively.



Del significato della “copiatura” fatta da Ferraris...

E = f. elettromotrice della macchina magnetizzata
 I, R, L l'intensità della corrente, la resistenza ed il coeff. d'induzione propria
 e' stesso del circuito primario
 I', R', L' id. id. id. circuito secondario -
 M = coeff. d'induzione mutua tra i due circuiti:

$$(1) \quad \begin{cases} RI + M \frac{dI'}{dt} + L \frac{dI}{dt} = E \\ R'I' + M \frac{dI}{dt} + L' \frac{dI'}{dt} = 0 \end{cases}$$

La p. i. i. L_0 il coeff. d'induzione propria se stesso della macchina, e se riteniamo
 che le due spirali dell'apparecchio Gaulard sono identiche, possiamo porre

$$(2) \quad L = L' + L_0$$



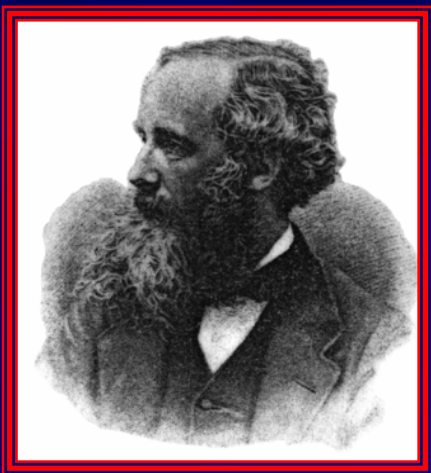
Del significato di tali avvenimenti all'interno della rivoluzione industriale.

La epopea della trasmissione elettrica dell'energia vanno per sommi tutti questi: Nel 1873 all'Esposizione di Vienna Pantalone (di Parigi) fa funzionare una dinamo a corrente continua come motore; Nel 1881 a Parigi Marcel Deprez proclama la sua fede nella possibilità di superare grandi distanze alla trasmissione di energia elettrica potente; nel 1882 a Monaco Marcel Deprez fa esperimenti infelici ma notevoli; nel 1884 - 86 tra Creil e Parigi lo stesso Deprez fa esperimenti infelici ma istruttivi. La difficoltà di ottenere alta ed adeguata alternanza potente con correnti continue era enorme, insuperabile; fu il più ovvio superare facilmente con la corrente alternativa; la trasmissione a grandi distanze con correnti alternative è facile e sicura perché si abbia un motore elettrico conveniente. Tale motore elettrico convenientemente si presentò come possibile dopo la scoperta del Drehfeld e campo rotatorio, da -----

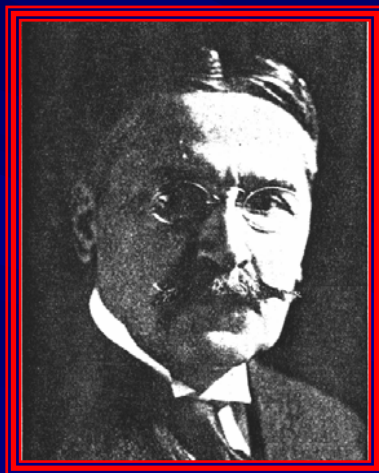
Tras. app. Giulio Ferrero



Della nascita, un po' incerta all'inizio, dell'ingegneria elettrica



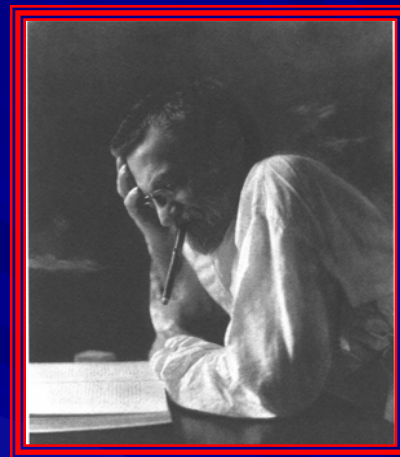
J.C. Maxwell



M. Pupin



G. Ferraris



C.P. Steinmetz



Evento “non facile in quanto si riteneva che:

- *electrical engineering was born yesterday and had no long-standing tradition, no professional culture*
- *at present all mathematical theories, especially if they have to start from the solution of differential equations, are still of very little value for ‘practical engineer’ who is not yet generally expected to master the powerful weapons of mathematics.*



Quando addirittura non si affermava che:

- *the maxwellian theory of the transformer described a device that does not exist in practise, but merely haunts as a phantom transformers the text-books and mathematical treatise on transformers.*
- *most theories of the induction motor were written only by theorist who never constructed a motor themselves and who have never seen a motor taken apart*

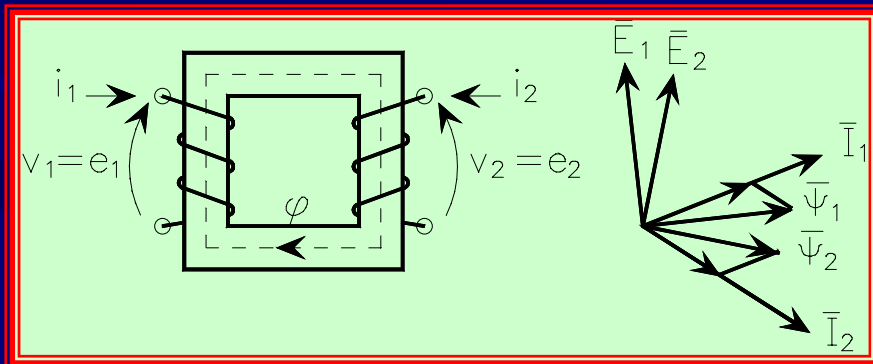
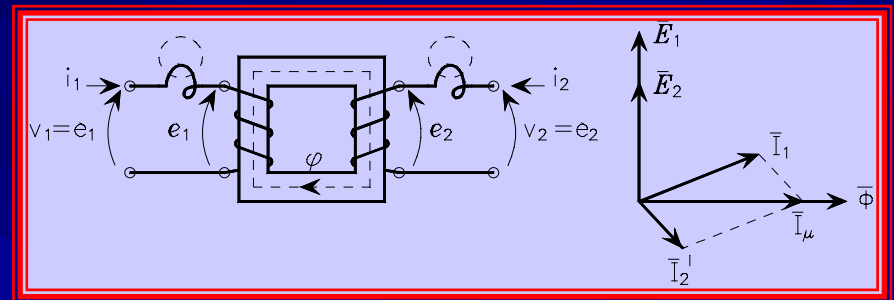


In quanto:

- *attempts of ordinary mortals to do better than Maxwell did must discouraged. Let us follow Maxwell as long as we can, then, when someone is born who is more profound than Maxwell, we will bow him*

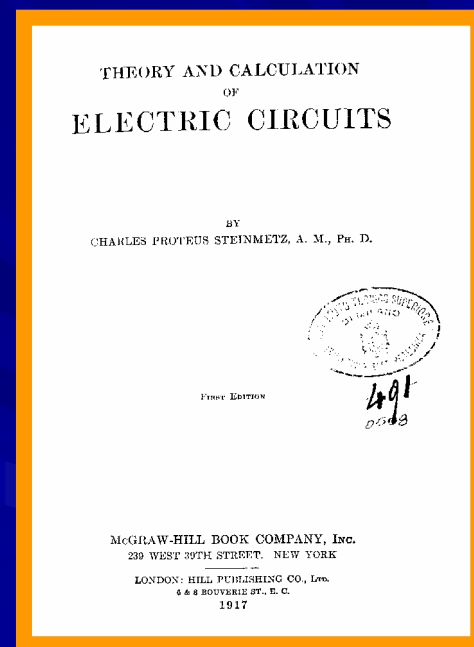
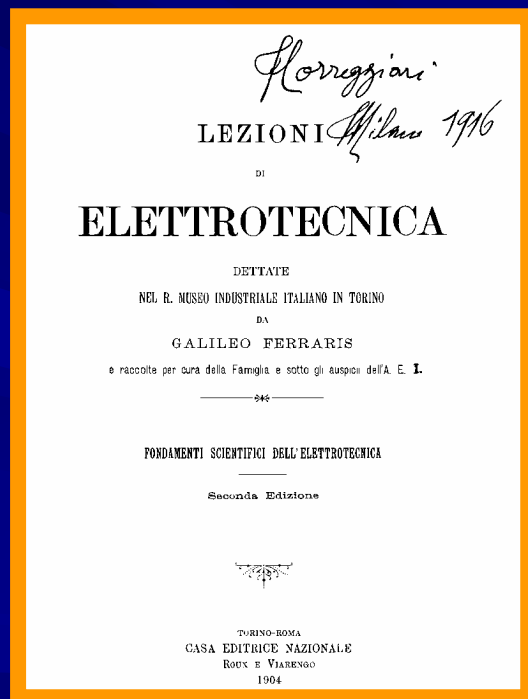
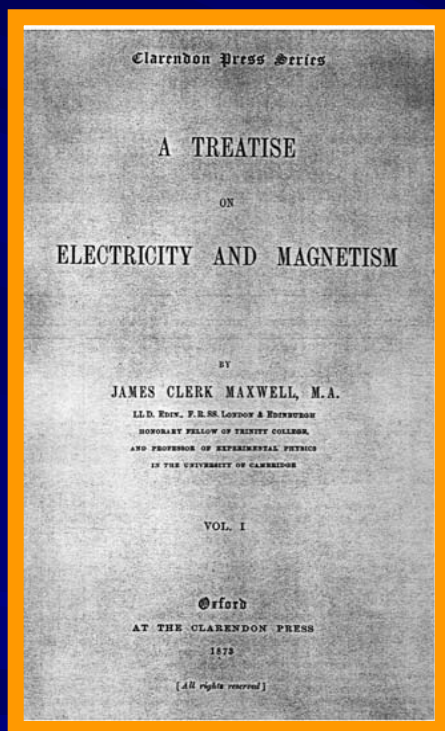


Del metodo delle induttanze (Maxwell) e del metodo di campo (Steinmetz)



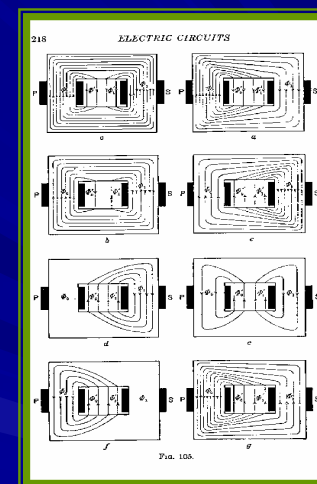
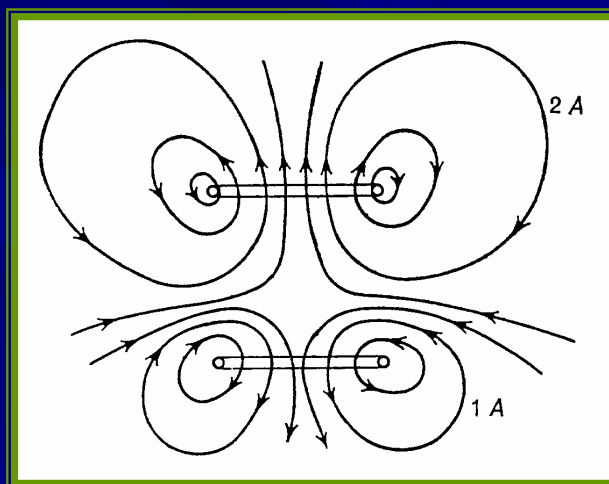
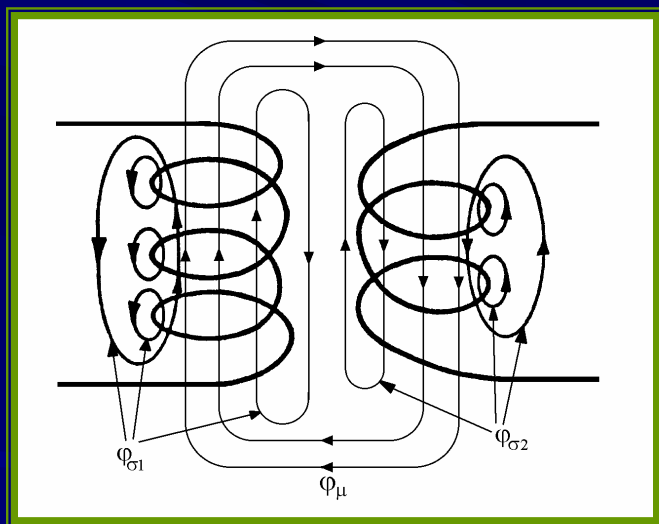


Dei trattati dei Maestri



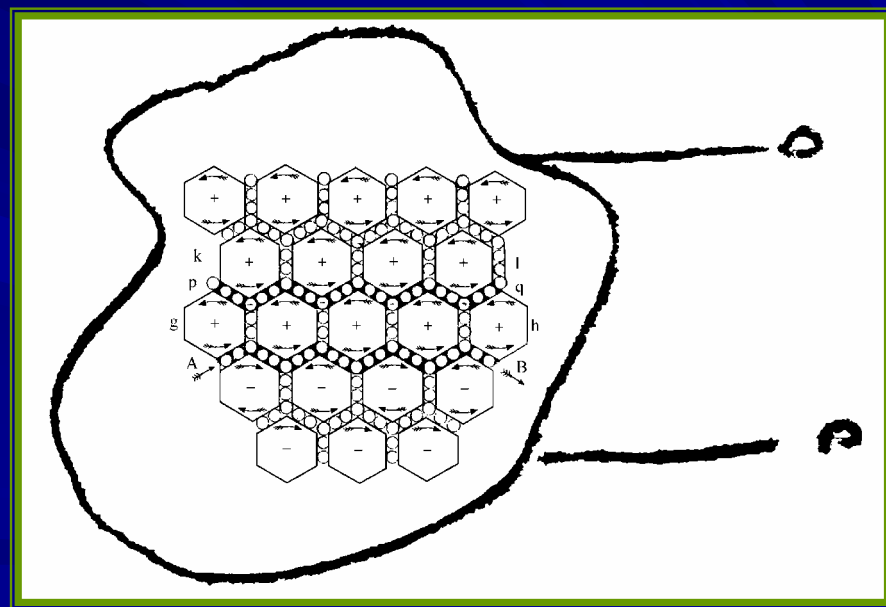
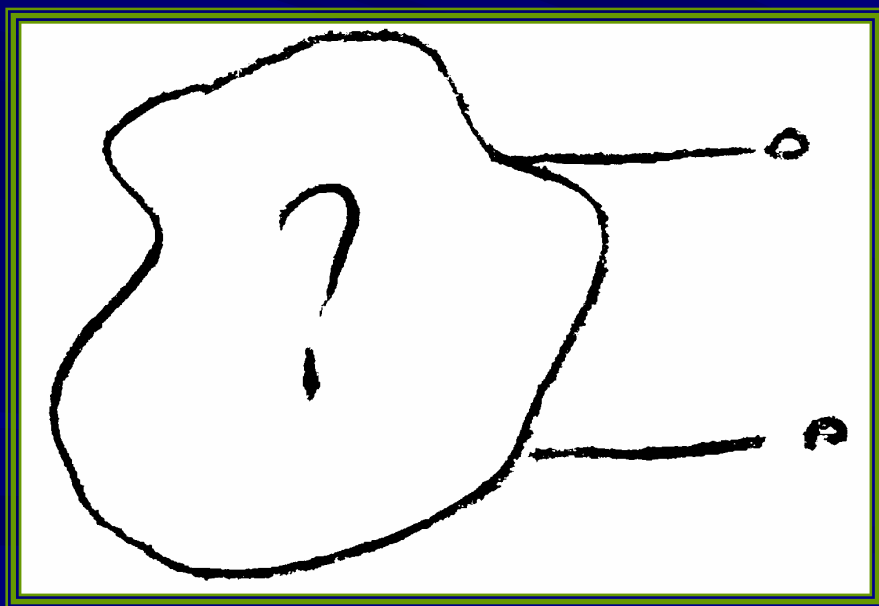


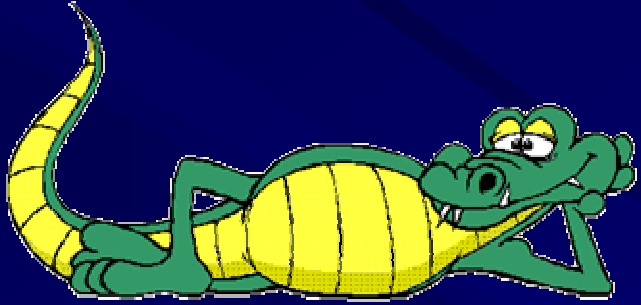
Del miraggio dell'equivalenza agli effetti interni



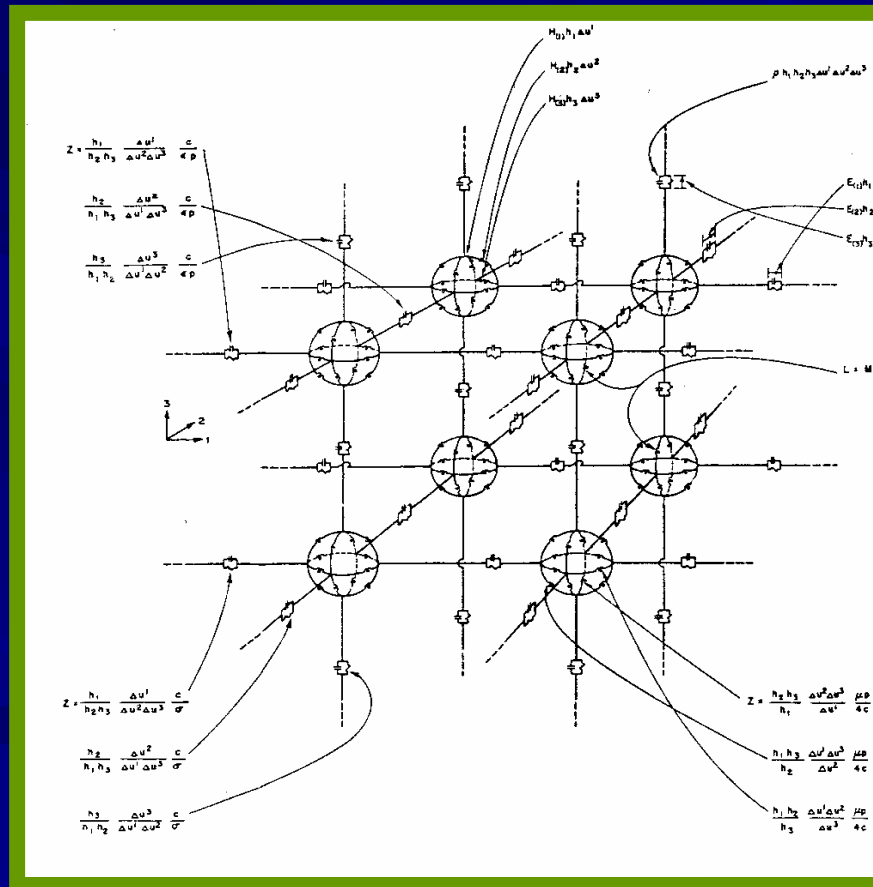


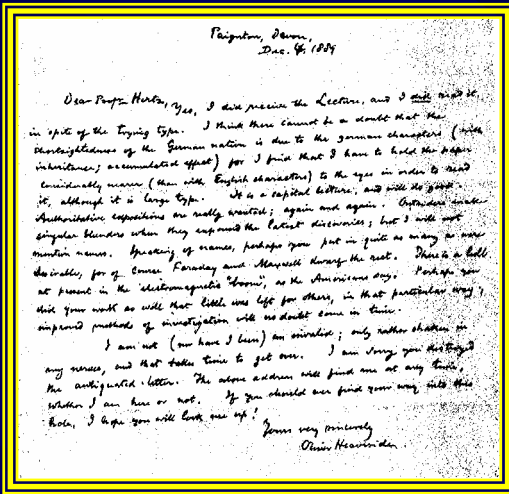
Del significato maxwelliano del bipolo bottaniano





Della rete di Kron





Degli scienziati che hanno fatto la "storia elettrica"



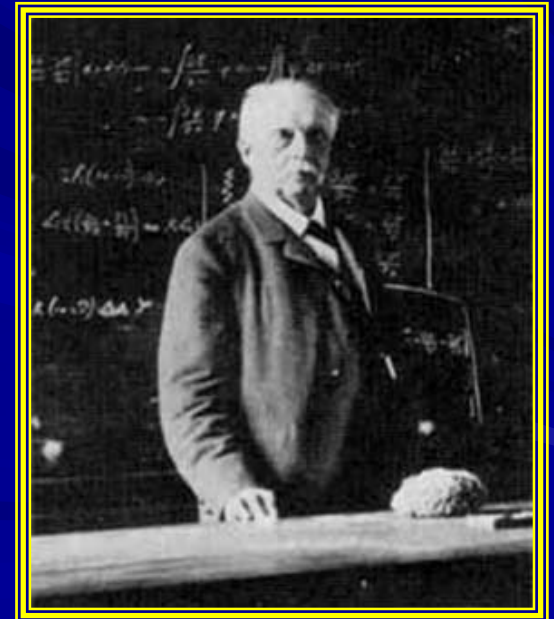
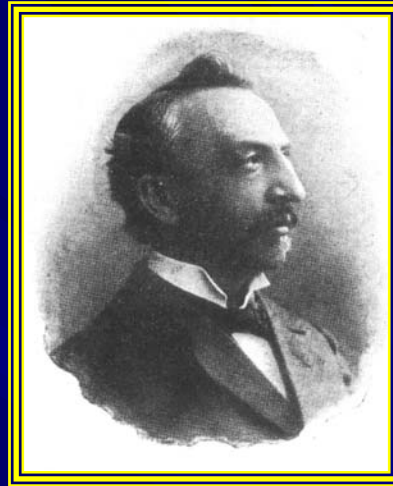
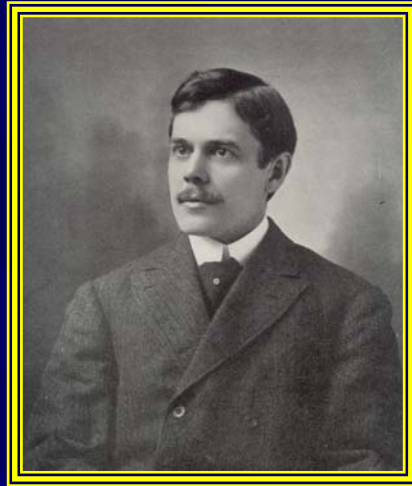
R. Hertz

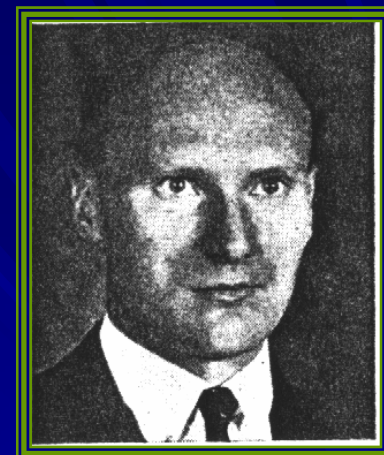
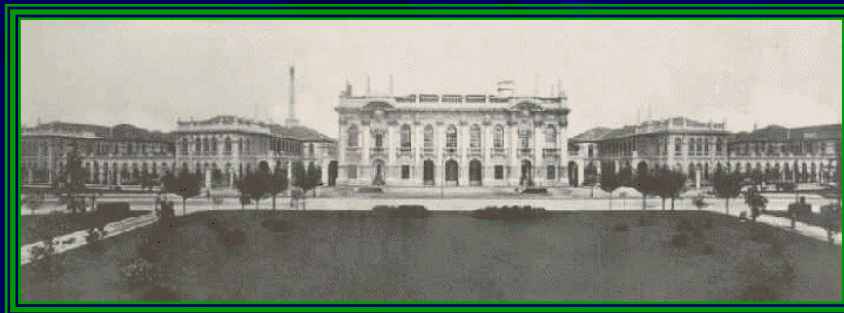


J. Perry

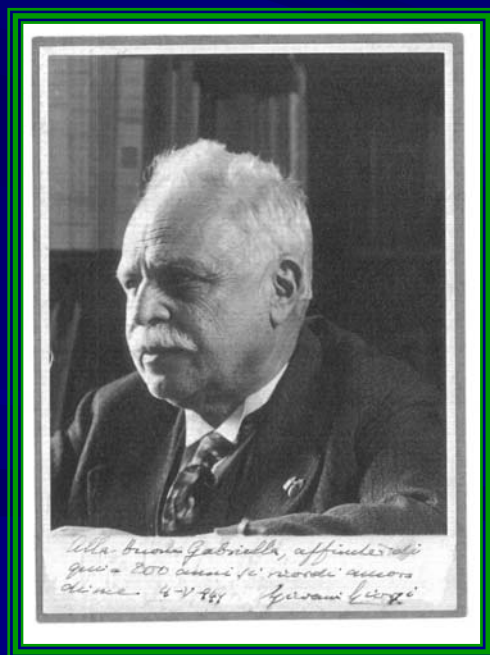


O. Heaviside





della Bottanica

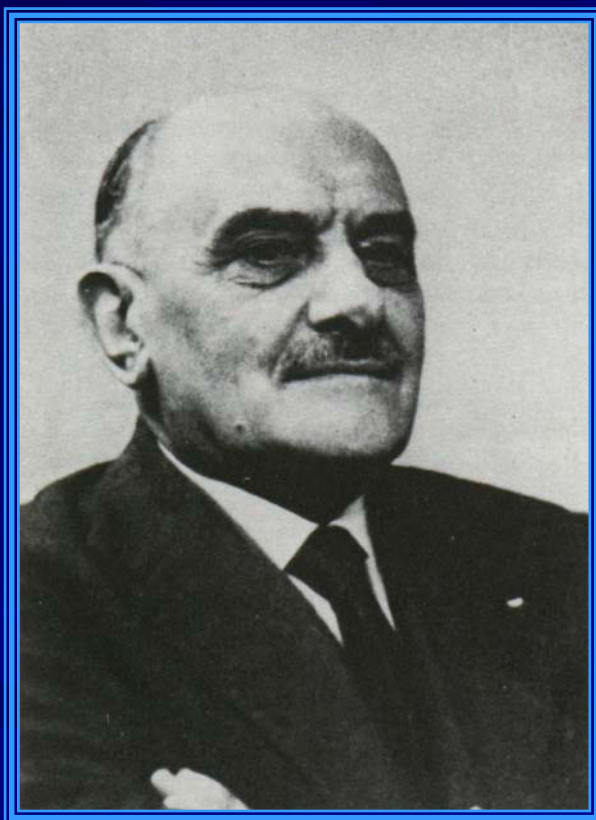


Cioè del pensiero di Ercole Bottani





Alla Carlo Erba...



Ai tensori ed alle matrici



Era una notte buia e tempestosa...

Snoopy

Perché si parla sempre di più
di
Storia e Filosofia della Scienza?

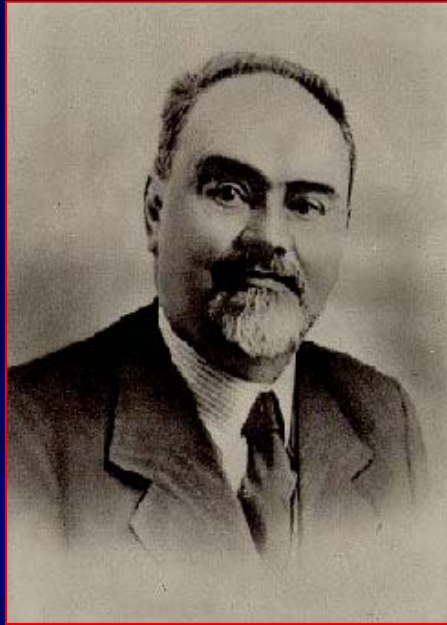
**Un veloce sguardo a un passato
non lontanissimo per intravedere
un presente alle porte....**





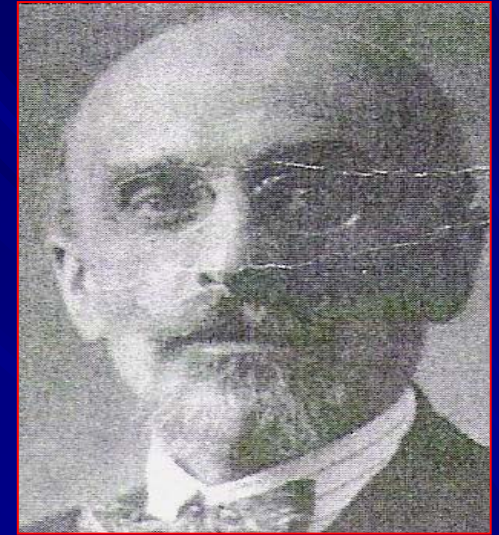
*Nell'ormai lontano 1907, a Milano e
Bologna...*

- *un piccolo gruppo di studiosi illuminati, guidati
da Federigo Enriques e Eugenio Rignano,
fondano una rivista internazionale, La Rivista di
Scienza, ribattezzata dopo due anni Scientia,
poliglotta, ma "a favore" dell'italiano...*



Federigo Enriques

***Scientia* (1907-1988) : il brutto anatroccolo della cultura italiana**



Eugenio Rignano



- Diventerà una rivista di prestigio internazionale e tra i suoi redattori ci sarà un certo A. Einstein...
- *Da qualche anno quella rivista non esiste più: a causa di un deficit di qualche centinaio di milioni di vecchie lire - l'ammontare di un montepremi in un telequiz – l'Italia né ha decretato la fine...*

*L'importanza dell'impresa Scientia
fu percepita a fondo (loro
malgrado) soprattutto da Benedetto
Croce e Giovanni Gentile, che
reagirono in modo
sorprendentemente scomposto e
aggressivo*

Gentile scrisse su la "Critica" crociana,
recensendo Enriques:

"volendosi orientare nella scienza
cercano il centro, per dirla con
Bruno, scorrendo per la
circonferenza. E però è naturale
cerchino e non trovino nulla; e
facendo la filosofia scientifica, non
si scontrino mai con la filosofia".

Croce si inviperì quando Enriques, incaricato da incauti accademici di organizzare il IV Congresso Internazionale di Filosofia a Bologna, nel 1911, lo riempì di presunti intrusi: accanto a Henri Bergson, allo stesso Croce e a Hans Vaihinger, fece venire Poincaré, Peano, Ostwald, Arrhenius e Langevin.
Orrore!

Croce scrisse del "volenteroso professor Enriques che con zelo ma scarsa preparazione si diletta di filosofia".

Scientia fu pertanto bollata come
un mero contenitore di prodotti
lontani dallo spirito:

"Di comune non c'è e non ci può
essere se non l'unità materiale del
periodico, unità la quale non è quel
vantaggio (quando è un vantaggio)
che si può credere: perché può
essere anche un danno, e grave"



Einstein ed Enriquez nel 1911 a Bologna
in occasione del Congresso di Filosofia.

Il neoidealismo italiano vinse con
tanto margine da potersi
permettere di ignorare questi
fastidiosi concorrenti:

- Gentile mise le mani sulla scuola,
- Croce fu il punto di riferimento della cultura italiana,
- Enriques restò relegato nel mondo accademico;
- Scientia continuò la sua traiettoria.



"La scuola - scriverà Lucio Lombardo Radice- sarà caratterizzata dal primato dell'umanesimo letterario e in particolare dell'umanesimo classico. Tutte le istituzioni culturali saranno improntate al primato delle lettere, della filosofia e della storia."

E lì saremmo in larga misura
rimasti...

Se non fosse avvenuto un
fenomeno di generazione
"quasi" spontanea di talenti
scientifici straordinari.





Enriques sarebbe rimasto
riconoscibile. E così Vito Volterra.
Ed oggi Ludovico Geymonat, Giulio
Giorello, Enrico Bellone, Salvo
D'agostino.
E mille altri...

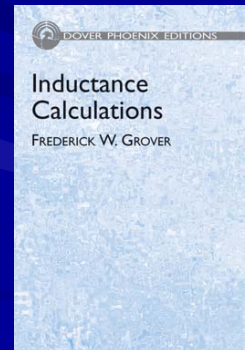
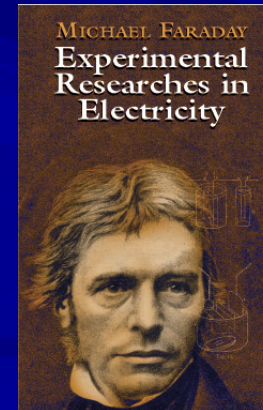
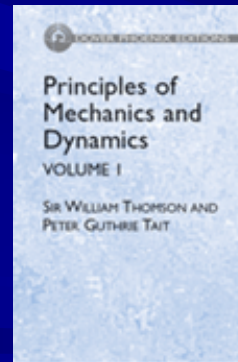
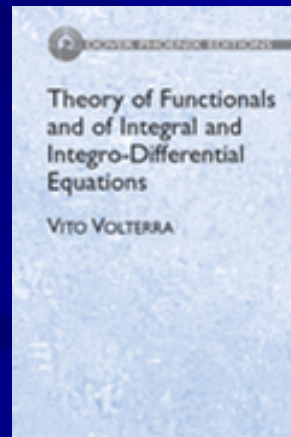
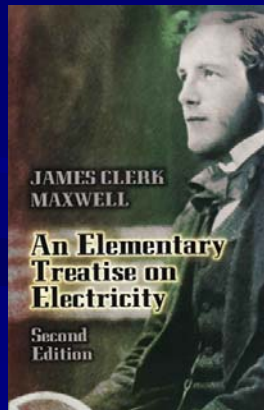
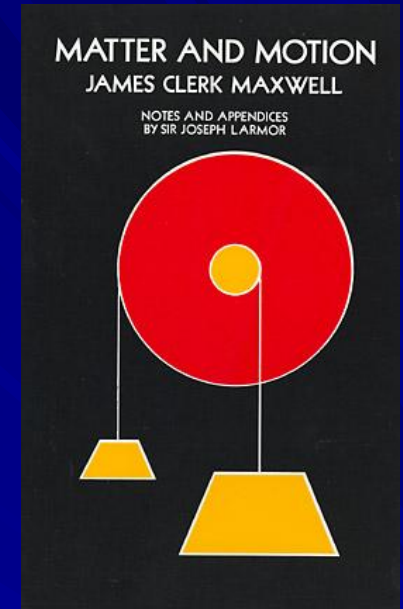
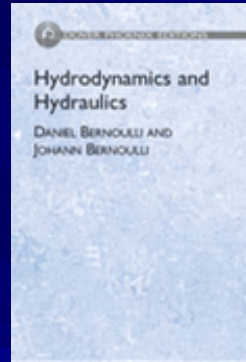
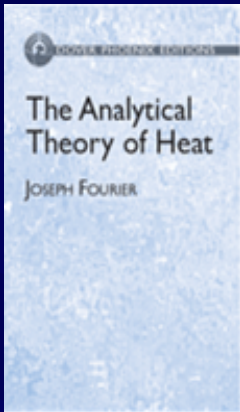


*«ogni formula matematica
corrisponde a 1000 copie vendute
in meno».*

Uccidendo il brutto anatrocchio, il primato crociano finì con l'avvelenare - con una dinamica lenta, ma tuttavia progressiva ed implacabile - la cultura italiana. Ancor oggi, gli editori che pubblicano testi scientifici o comunque di divulgazione scientifica debbono fare i conti con un mercato distratto, povero e diffidente. E nel farlo, sono costretti a ritagliarsi quote di mercato che costituiscono, in ragione della oggettiva marginalità delle loro tirature, delle vere e proprie nicchie culturali.

All'estero

■ ■ ■



Da noi

- L'Opera Omnia di Ferraris risale al 1902 e un'edizione moderna (con curatela non agiografica) non è in programma...
- Il manoscritto del Trattato di Elettrotecnica di Giorgi è custodito in una soffitta dell'Accademia dei Lincei, dove infiltrazioni di acqua piovana dal tetto hanno reso illeggibili le pagine...

Il pensiero di Ludovico Geymonat



Difficile pensare a:

- una grammatica latina che prescindendo dalla storia di Roma;
- un'analisi della Divina Commedia non ricondotta allo studio di Dante e del suo tempo.
- uno studio di Picasso compiuto prescindendo da Giotto.

Non così nella scienza: Maxwell, del tutto estraneo al contesto della cultura storica e filosofica che ne ha prodotto il pensiero, appare come un “portatore di verità rivelate”.

Nei testi le equazioni di Maxwell sembrano spuntano quasi dal nulla. E, assolate le “formalità analitiche e sperimentali d’uso”, esse fanno inconsapevolmente giustizia sommaria del vortice molecolare, così da liberarsi finalmente, quasi con sommaria procedura d’ufficio, del meccanicismo. Del resto, nella stessa *Dynamical Theory*, la parola *dynamical*, viene assai spesso inconsciamente considerata niente di più che un semplice aggettivo.

Si assiste in conclusione all' "assurdo"
di una società che, pur avendo nella
scienza il proprio polo dominante,
finisce poi per collocare la stessa
dimensione scientifica fuori dall'ambito
culturale.

A ingegneria c'è molto da fare, tanto che si potrebbe riprendere Croce a proposito di Enriques [da lui accusato di]

« *pompeggiarsi di una malcomposta ed inerte società filosofica italiana, [di] addossarsi le fatiche dei congressi dei filosofi (tanto più meritorie, quanto sarebbero meritorie e disinteressate le mie, se organizzassi congressi di matematici), [di] tenere conferenze in circoli dilettanteschi o innanzi ad un pubblico eterogeneo* ».

Attualmente la scienza e la tecnica, che pur svolgono un ruolo dominante nella realtà quotidiana, hanno un modestissimo peso culturale. Uomini di cultura infatti non sono certo considerati gli scienziati.

Il fatto è che la scienza è ancora pragmaticamente percepita non già come l'espressione di un'autentica impresa conoscitiva, ma come una semplice “conoscenza efficace”, per il cui tramite è possibile giungere a “prestazioni pratiche”.

Vi è dunque ancora una sola
cultura ed è questa quella
umanistica?

In realtà la cultura non può essere considerata contemporanea se non ha in sé anche una valenza che le consenta di dar ragione dei valori della scienza e della tecnica. Una cultura che prescindendo dal confronto con la scienza è infatti semplice *erudizione d'altri tempi*. Reciprocamente, una formazione scientifica che ignori il proprio fondamento umanistico è puro *addestramento*. Conseguenza pertanto - per il matematico e il fisico, ma anche per l'ingegnere - la necessità di non essere escluso da quella preziosa opera di integrazione e di arricchimento che, in modo esclusivo, può provenire da una visione integrata - e soprattutto trasversale - della conoscenza. Se ciò non accadesse, ne risentirebbe il suo ruolo di "uomo pensante, portatore di sentimenti e filosofo naturale". E con esso, la sua stessa professione, la quale non può in alcun modo essere separata da tali valori.

- Bisogna pertanto chiudere una volta per tutte con un passato in cui gli scienziati consideravano i filosofi come stravaganti che, parlando di cose che non conoscono, non contribuiscono ad elevare la qualità della vita. E di filosofi che guardavano agli scienziati come a dei pericolosi ingenui capaci solo di pontificare.

- La cultura non può essere considerata contemporanea se non ha in sé anche una valenza che le consenta di dar ragione dei valori della scienza e della la tecnica. Una cultura che prescinda dal confronto con la scienza è infatti una cultura di altri tempi.
- Reciprocamente, una formazione scientifica che ignori il proprio fondamento umanistico è puro addestramento.
- Da ciò deriva, per l'ingegnere e per il fisico matematico, la precisa esigenza di non essere esclusi da questa preziosa opera di integrazione e di arricchimento.
- Se ciò accadesse, ne risentirebbe innanzitutto il loro ruolo di "uomini pensanti". Ma anche la loro stessa professione, la quale non può essere separata da tali valori.

- L'epistemologia di una data scienza è inscindibile da quest'ultima
- *Concettualmente*, anche se non sempre *cronologicamente*, essa non nasce né prima né dopo, ma si costruisce contestualmente con essa;
- Ogni avanzamento della scienza è un avanzamento della sua epistemologia;
- La filosofia della scienza e la storia della scienza hanno rapporti molto stretti



- Non si può fare filosofia della scienza senza riferimento storico;
- Non si può fare storia della scienza senza partire, consciamente od inconsciamente, da una qualche impostazione filosofica;
- Occorre prendere atto della natura della scienza fisica come *oggetto storicamente determinato* e di lì partire criticamente per un approfondimento fondazionale.



- Pensando ad esempio al Novecento italiano, vengono in mente Croce e Gramsci, ma certamente non Enriques o Levi Civita.
- E gli stessi scienziati non riescono ad esprimere criteri di unificazione sintetica che abbiano nel contempo anche valenze culturali.

Nei Politecnici, per poter far questo, occorre andare con determinazione nella direzione di un recupero della componente umanistica dello scienziato e del tecnico di professione. Ciò richiede di saper guardare alla storia ed alla filosofia della scienza come ad uno strumento assolutamente indispensabile per rappresentare ed analizzare una vicenda scientifica modernamente vista come un' avventura, quanto mai complessa, a buon diritto parte integrante della storia della cultura. E, come questa, segnata da svolte profonde che hanno investito a più riprese non solo le teorie, i modelli ed i metodi, ma anche, e forse soprattutto, gli scopi e la collocazione sociale dello scienziato.

■ Occorre nel contempo una presa di coscienza delle importanti relazioni che intercorrono tra il pensiero scientifico e la realtà politica nella quale esso si sviluppa.





Rosa indica fragrans