

La scienza della Elettricità da Volta ad Einstein

*Una prospettiva storica e didattica*



**Salvo D'Agostino**

**LA SCIENZA DELLA ELETTRICITÀ  
DA VOLTA AD EINSTEIN**

*Una prospettiva storica e didattica*

BOOK  
**SPRINT**  
EDIZIONI

**[www.booksprintedizioni.it](http://www.booksprintedizioni.it)**

Copyright © 2013  
**Salvo D'Agostino**  
Tutti i diritti riservati

*Ad Adriano Morando,  
Ingegnere e Professore al Politecnico di Milano,  
amico per affetto e interessi scientifici,  
esprimo gratitudine per quanto mi ha insegnato.*

*Un vivo ringraziamento a  
Marina Piccioni e Nicola D'Agostino,  
a Giovanni D'Urso e agli amici  
che mi hanno incoraggiato a ripensare antichi lavori.  
Con la speranza che le buone idee possano rifiorire,  
specialmente fra i giovani.*

*Dedico questo pensiero e il libretto  
ai miei nipoti:  
Chiara, Irene, Nicolà, Dario, Pietro.*



## Introduzione

Nel mondo tecnicamente evoluto in cui siamo oggi immersi vi è differenza fra le persone che si servono ogni giorno dell'elettricità come semplici utenti, e gli specialisti che ne conoscono le leggi fisiche e matematiche. Fra questi, si trovano i fisici, gli ingegneri elettrotecnici, gli esperti in teorie delle comunicazioni, in teorie dell'informazione e nelle applicazioni alle reti informatiche e ai computers. Altri specialisti sanno poi come rivolgersi alle applicazioni per trasformare la sua energia in lavoro meccanico, o conoscono le teorie per usarla a sostegno di informazioni sul computer, o di onde elettromagnetiche per comunicare a distanza.

Lo scopo di questo libretto è di cercare di avvicinare agli specialisti le persone che desiderano migliorare le loro conoscenze nel campo dell'elettricità. Il lavoro si presenta quindi come un utile sussidiario ai corsi di fisica nei Licei e nei primi corsi universitari, ma anche come un'indispensabile lettura per le persone desiderose di approfondire le loro conoscenze sulla scienza e sulle teorie che hanno portato agli sviluppi moderni dei fenomeni elettrici. L'autore è convinto che non vi è metodo migliore della presentazione storica per cominciare a conoscere un capitolo della scienza, e che non c'è migliore storia di quella raccol-

ta nei contributi originali dei grandi scienziati. È per tale ragione che ai capitoli introduttivi ho fatto seguire un'antologia di passi originali tratti dalle loro opere, come un'occasione per confrontarsi direttamente con i loro pensieri espressi spesso in termini discorsivi e di grande capacità comunicativa.

Per entrare rapidamente negli sviluppi più recenti delle teorie dell'elettricità, questa piccola storia inizia con la scoperta della pila da parte di Alessandro Volta. Essa si presentò infatti come un evento che superò ben presto le iniziali intenzioni e le immediate aspettative del suo celebre autore. Volta pensava alla pila come a un generatore perenne di quelle cariche elettrostatiche che erano state prodotte sino ad allora dallo strofinio degli isolanti, la pensava cioè come uno strumento la cui teoria si dovesse includere in un miglioramento degli effetti dell'elettricità da strofinio, studiati con dovizia di particolari nelle macchine elettrostatiche. Ma ben presto si dovettero riconoscere i miracoli della pila: la carica perenne ai suoi poli, la produzione del magnetismo sino ad allora presente solo nelle calamite, la scomposizione elettrolitica dell'acqua in idrogeno ed ossigeno e dei metalli dai loro sali, le convulsioni della rana, un'unificazione di chimica e fisica, e di biologia e fisica, che sarà destinata dopo qualche secolo a sconvolgenti sviluppi.

Il primo capitolo si sofferma sugli esperimenti del danese Oerstaed che troverà del magnetismo nei dintorni della corrente prodotta dalla pila, un fenomeno che riuniva all'elettricità quel magnetismo che Gilbert circa un secolo prima aveva nettamente separato dai fenomeni elettrici. Da quell'anno 1820, la matematica degli infinitesimi, il calcolo infinitesimale, prende possesso dell'elettricità, più precisamente della scien-



za dell'elettricità come movimento, l'elettrodinamica. Ampère, un precursore dei moderni fisici teorici, crede di più alla matematica che alla fisica di Oerstaed, e fa fare un passo avanti alla teoria dei magneti.

Quando la scienza dell'elettricità della pila si impianta in Inghilterra, e passa nelle mani di un originale grande inglese, Michael Faraday, una nuova idea si presenta come spiegazione dei fenomeni della pila e delle macchine elettriche, un'idea che al momento non si esprime in nuove matematiche ma in nuove immagini, che descrivono ciò che si crede avvenga nello spazio attorno agli strumenti elettrici. La nuova matematica per questi fenomeni spaziali la sviluppa dopo qualche anno uno scienziato della generazione di scienziati accademici, lo scozzese James Clerk Maxwell.

Uno dei nuovi punti di vista con cui Maxwell guarda ai fenomeni scoperti e studiati da Faraday, è, fra l'altro, quello energetico. Il grande principio della conservazione dell'energia in tutte le trasformazioni dei fenomeni, era stato scoperto dal tedesco Hermann von Helmholtz, e dal collega di Maxwell, William Thomson. Per Maxwell, l'energia si trova nello spazio attorno ai corpi elettrici e magnetici e le sue trasformazioni sono descritte da relazioni fra variazioni di forze elettriche e magnetiche espresse nella matematica delle equazioni differenziali alle derivate parziali. Queste sono le stesse equazioni che descrivono i movimenti di un corpo elastico o il flusso di un liquido e Maxwell si serve di essi come modelli e come analogie con teorie matematicamente sviluppate. Questa idea di una analogia matematica fra i moti complessi dell'elasticità e dei fluidi e i moti ignoti nell'intorno dei corpi elettrici e magnetici, è così potente che rie-

sce a spiegare non solo i moti dell'elettricità ma anche quelli delle onde della luce, attribuendoli a movimenti di una stessa speciale sostanza che permea tutto lo spazio e l'interno dei corpi: l'etere elettromagnetico. A queste conclusioni Maxwell arriva studiando gli esperimenti di Faraday, con la forza degli sviluppi matematici della sua teoria. Dalla grande teoria maxwelliana dell'elettromagnetismo si dipartono infatti due *programmi di ricerca*, diversi per idee, ricerche ed applicazioni. Da una parte gli esperimenti di Heinrich Hertz per produrre e ricevere con strumenti elettrici quelle onde che la teoria di Maxwell aveva previsto come onde della luce, e che Guglielmo Marconi saprà magistralmente utilizzare come telegrafo senza fili. Dall'altra, l'impiego di nuovi metodi meccanici e non chimici per produrre energia elettrica, metodi che Faraday aveva previsto nel suo studio della produzione di correnti col moto di magneti (la celebre legge dell'induzione). Sulle sue orme, i nuovi ingegneri elettrotecnici sviluppano l'uso del trasformatore elettrico per rendere possibile il trasporto a distanza della nuova forma di energia lungo fili e reti di conduttori. I nuovi procedimenti per gli sviluppi dell'elettrotecnica rappresentano un filone autonomo, ma che ha alla base quelle ardite teorie sviluppate da Faraday e da Maxwell. È un campo di ricerche di grande interesse storico e filosofico, un esempio emblematico del passaggio da una scienza a una tecnologia, alla quale contribuirono grandi scienziati italiani come Galileo Ferraris e Giovanni Giorgi.

Nella linea dello sviluppo delle idee scientifiche e filosofiche, presenta grande interesse il passaggio della teoria di Maxwell in Olanda, nelle mani di un grande teorico, H. A. Lorentz, che alla fine dell'Ottocento

reintroduce le correnti di Ampère nelle equazioni di campo di Maxwell, creando quella teoria che ancora oggi studiamo nei corsi elementari e introduttivi alle teorie dell'elettromagnetismo. Da Lorentz presero lo spunto teorie ad alto livello di matematica, come le teorie della Relatività di Einstein. La scienza dell'elettricità non si fermò neanche dinanzi al successo di una teoria così esplicativa di molti fenomeni come la riflessione, rifrazione e diffrazione della luce, quale era la teoria di Lorentz. È quello che avvenne, a cominciare dal 1905, con l'intervento, allora sorprendente per alcuni, delle teorie relativistiche di Albert Einstein. Einstein mostrò che quell'etere di Lorentz sul quale si appoggiavano le onde elettromagnetiche (e quindi anche la luce), poteva essere eliminato dalla teoria a vantaggio di una maggiore semplicità di ipotesi e novità di risultati. Il capitolo "Elettrodinamica e Teoria Ristretta della Relatività" di Einstein chiude la prima parte di questo libretto.

La seconda parte, come già notato, presenta passi originali, tratti dai capitoli di opere classiche della scienza oggi non facilmente accessibili. A loro commento, mi piace osservare che la scienza dell'elettricità è stata opera di grandi scienziati principalmente europei che, negli ultimi due secoli, hanno *contribuito in modo fondamentale e con la speranza di migliorarla* alla forma di vita e di società che si suole indicare come la civiltà occidentale.

Una lettura che spero possa invogliare il lettore a proseguire il discorso verso altri sviluppi della nuova fisica e delle nuove scienze del secolo ventunesimo.

Roma, Aprile 2013

