

OERSTED E LA NASCITA DELL'ELETTROMAGNETISMO

di Riccardo Govoni – MASTeR

La musica l'avete ascoltata e l'ascolto della musica attraverso un altoparlante è solo uno dei tanti risultati di ciò che nel 1820 scoprì Oersted come unione tra il campo elettrico - tutti gli effetti elettrici - e quello magnetico. Oggi noi lo diamo un po' per scontato ma non fu sempre così. Pensate che un gigante della fisica e dell'elettrostatica dell'epoca – anche se allora non si chiamavano certo fisici – come Coulomb era convintissimo che il campo elettrico e quello magnetico fossero due cose totalmente divise. Lo stesso Oersted ammette che all'epoca non c'erano assolutamente, come dire, delle prove eclatanti che dessero ragione a chi era convinto che campo elettrico e campo magnetico fossero due cose diverse e chi invece, come Oersted stesso, era convinto che vi fosse una unicità delle forze o quantomeno che la si dovesse ricercare. Gli studiosi dell'epoca – oggi li chiameremmo gli epistemologi dell'epoca – erano convinti che, all'epoca appunto di Oersted, vi fossero in pratica alcuni esperimenti molto importanti. Ve li elenco come li possiamo trovare sui libri: nel 1745 abbiamo la bottiglia di Leida, inventata da Kleist (1700-1748), che è una specie, la bottiglia voglio dire, di grosso condensatore in grado di accumulare notevoli, anzi direi notevolissime, quantità di carica. Poi nel 1764 Wilcke (1732-1796), inventa il primo tipo di elettroforo, che poi per altro venne perfezionato e descritto da Volta (1745-1827) nel 1775; quindi, diciamo, l'elettroforo nel suo corpus è più importante, quello di Volta. Nel 1783 ancora Volta inventa l'elettroscopio, l'elettroscopio a condensatore, in grado di evidenziare anche piccole quantità di carica; e di nuovo lo scienziato italiano nel 1800 inventa la sua pila, che poi viene rimaneggiata e utilizzata anche dallo stesso Oersted, come vedremo fra un po'. Quindi all'epoca abbiamo queste scoperte per quanto riguarda il campo del campo – scusate la ripetizione – elettrico. Invece il campo magnetico? Beh, il campo magnetico a livello di letteratura si era più o meno fermato 200 anni prima con il libro *De magnete* di William Gilbert e non c'era altro; allora capite anche questa differenza tra, diciamo, i due modi di vedere, i due modi di sentire, il campo elettrico e il campo magnetico. Per cercare di capire come Oersted arrivò alla sua scoperta sarà bene che approfondiamo un po' il percorso culturale, il percorso biografico di questo scienziato perché troveremo alcune cose molto importanti che lo porteranno ad una scoperta che potrebbe all'apparenza sembrare casuale. Ovvero andremo, in realtà, ad evidenziare un fenomeno che investe tantissimo il mondo della ricerca ed è quello che passa sotto il nome di Serendipity, cioè si cerca qualche cosa e si trova qualche cos'altro, ma per saperne di più sentiamo un po' la biografia di Oersted.

UN PO' DI STORIA

Hans Christian Oersted nacque a Rudkøbing, in Danimarca, il 14 agosto 1777. Figlio maggiore di uno speziale fu affidato assieme al fratello, per ragioni di famiglia, al parrucchiere locale, di origine tedesca e a sua moglie per la loro prima educazione.

In famiglia imparò rapidamente il tedesco. I due coniugi si accorsero presto della vivacità intellettuale dei due fratelli e provvidero ad una educazione adeguata, con rudimenti di latino, francese e matematica, che si completarono per Oersted con lo studio della chimica nella farmacia paterna. Ciò permise ai due fratelli di guadagnarsi l'ammissione all'Università di Copenaghen nel 1794, dove Hans Cristian scelse filosofia.

Il pensiero di Hans Cristian Oersted fu fortemente influenzato dallo studio di Immanuel Kant (1724-1804), soprattutto in quella parte in cui il filosofo tedesco sosteneva una unicità nella natura che si traduceva in due soli tipi di forze: attrattiva o repulsiva. Tutte le altre forze erano solo una modificazione delle due forze basilari sotto diverse condizioni.

All'Università Oersted studiò anche astronomia, fisica, matematica, chimica e farmacologia. Fu proprio in quest'ultima disciplina che ebbe la laurea nel 1797 col massimo dei voti.

Quando Volta nel 1800 scrisse delle sue pile, ne rimase affascinato tanto da iniziare a costruirne alcune di dimensioni ridotte ma più efficienti.

Venne affascinato anche dalle teorie di un chimico ungherese, tale Jacob Joseph Winterl (1739-1809), che proponeva due elementi base come responsabili dell'acidità e basicità di tutte le sostanze, teoria in sintonia con la ricerca di unicità nella natura operata da Oersted, tanto che andò a discutere questa tesi nel suo debutto scientifico a Parigi. Fu un fiasco. I chimici francesi dimostrarono l'inconsistenza delle tesi proposte e in modo sprezzante ne bandirono le pubblicazioni.

Da questa dura lezione il giovane Oersted imparò che prima di andare a proporre delle tesi è bene supportarle con adeguate verifiche sperimentali.

Il suo ritorno in Danimarca fu preceduto dalla risonanza di questo suo insuccesso e ciò gli impedì di accedere alla cattedra di fisica presso l'Università di Copenaghen. Ci vollero alcuni anni pieni studi e pubblicazioni per fargli riacquistare rispetto e ammirazione presso il mondo accademico. Nel 1824 fondò la Società per la Promozione delle Scienze Naturali e nel 1828 divenne Direttore del Politecnico di Copenaghen, incarico che ricoprì sino alla sua morte nel 1851.

ESPERIENZA DI OERSTED

Nella primavera del 1820 Oersted raduna alcuni amici nel salotto di casa, alla sera. Voleva far vedere un'esperienza che da poco gli era giunta come notizia, cioè quella che un conduttore elettrico, se alimentato da una pila, si scaldava. Per fare questo sapeva che doveva far passare una quantità di corrente abbastanza importante e quindi costruì delle celle piuttosto potenti che potessero portare abbastanza corrente con – diremmo oggi – una bassa resistenza interna. Notizia curiosa: ad aiutarlo a costruire queste celle

era un suo amico avvocato, quindi pensate questi personaggi che erano eruditi, quindi ne sapevano un po' di tutto. Costruisce le celle, chiama gli amici, si mette in una posizione simile a quella che abbiamo apparecchiato qua; c'erano sul tavolo delle bussole, perché Oersted si interessava anche di campo magnetico, e allora fece la sua esperienza, che fra un po' vedremo meglio, però vi anticipo che si accorse, un po' anche con la coda dell'occhio, che quando dava contatto e passava corrente lungo il filo, che si doveva scaldare, ebbene le bussole si muovevano, impercettibilmente, pochissimo. Se ne accorse subito ma non disse nulla quella sera perché, come abbiamo visto, era ancora scottato dall'esperienza parigina che lo aveva bollato come non troppo accurato. Allora subito dopo si mette a studiare quel fenomeno, si mette a studiare per tre mesi quel fenomeno e fa diverse prove. Sentiamolo dalle sue stesse parole, quando narra ciò che fece. Quindi dice: "Il tipo di metallo che costituisce il conduttore non cambia gli effetti eccetto forse per quanto riguarda l'intensità. Noi abbiamo utilizzato con identico successo fili di platino, di oro, d'argento, di rame, di ferro, strisce di piombo e stagno, e una massa di mercurio". Quindi, come avete sentito, fa davvero una ricerca a tutto campo. Ma non si accontenta: pensate arriva fino a provare questo fenomeno anche con una bussola all'interno di un contenitore di rame con dell'acqua. Prova a frapporre tra la bussola e il filo del legno, del vetro, altri oggetti, delle pietre, eppure il fenomeno usciva sempre, veniva – come si suol dire degli esperimenti. A questo punto è sicuro, e quindi nel luglio dello stesso anno pubblica una sorta di, erano quattro pagine, un libello in cui spiega il suo esperimento e che cosa ha ottenuto. Si badi bene che non ne dà un'interpretazione o non ne dà un'interpretazione esaustiva, tant'è vero che lui parla di conflitto all'interno del conduttore invece che corrente, perché è legato a un pensiero che aveva, cioè più c'era questo conflitto il conduttore poteva evaporare allora ci sarebbe stato il campo magnetico; una teoria sballata, per altro, ma l'esperimento era assolutamente corretto. Quindi con quattro pagine dà il via all'elettromagnetismo. E vediamo adesso come si svolge l'esperienza. E' molto semplice: come vedete sono due... questa ricostruzione prende il via da due barattoli di yogurt forati, una vite da sostegno, appesantiti con del gesso, una bussola di quelle che si possono trovare anche nei negozi di giocattoli o poco più, una pila; e andiamo a ripetere l'esperienza di Oersted. Come vedete la variazione dell'angolo indicato dalla bussola è notevole. Si badi bene che perché avvenga, e ci se ne può rendere conto andando a vedere come sono le linee di forza del campo magnetico attorno al filo elettrico – ecco sono in questa maniera qua– e quindi bisogna essere paralleli a quella retta ideale che viene tracciata tra nord e sud dall'angolo della bussola. Inverto la pila, quindi di fatto inverto il senso della corrente, e si inverte anche il senso di rotazione della bussola. Ora in campo didattico lascio a voi fare diverse prove: avvicinare la bussola, allontanarla, usare pile più o meno alte come voltaggio, quindi metterne delle altre in serie. Insomma si possono, con poco, far sperimentare diverse cose ai ragazzi stessi.

Potremmo avere la curiosità di riprovare l'esperienza di Oersted ma utilizzando per esempio quei programmi che fanno vedere le bussole in smartphone o in iPhone. Qui ne abbiamo un esempio. Ora io cercherò di ripetere l'esperienza che abbiamo visto prima, fatta con la bussola, con questo aggeggio. Vi anticipo immediatamente, però, che non è, diciamo, un'esperienza significativa, nel senso che lo sto provando anch'io in questo momento, in questo luogo, in quanto buona parte delle rilevazioni che fanno smartphone e iPhone sono dovute al sistema satellitare GPS; hanno dentro un piccolo sensore ma che non sempre viene attivato per campi magnetici. Qui probabilmente, in questo luogo dove stiamo effettuando questa esperienza, la parte dovuta al sensore GPS funziona meno bene e quindi il nostro strumento si deve arrangiare con il sensore di campo magnetico che ha all'interno. Proviamo a vedere. C'è stata una lieve variazione rispetto al rumore di fondo, ma non è stata significativa. Voltiamo la pila per vedere se gira dall'altra parte: anche in questo caso si vede un leggero spostamento verso di voi, in questo momento. Ecco questa esperienza, per curiosità, si può fare con gli studenti, però attenzione: le variabili in gioco qui sono molto superiori. La mia personale opinione è che se Oersted al posto della bussola tradizionale avesse avuto questi non credo che avrebbe tirato fuori la sua esperienza e non avrebbe tratto le sue conclusioni.

**ESPERIENZA:
"PESIAMO"
IL CAMPO
MAGNETICO**

Bene, quello che vogliamo ora provare a fare è, avendo il filo – e attaccheremo la batteria, quindi faremo passare della corrente – vogliamo andare a vedere come questa influisce su un magnete che a sua volta appoggia su una bilancia. Ora se, come la teoria che verrà elaborata da Laplace (1749-1827) dell'interazione tra i due campi è valida, qui ho un filo percorso da corrente che genera un campo magnetico circolare, ho il magnete (in questo caso le linee di forza del campo magnetico sono messe in questa direzione, da un nord a un sud sotto) quando le due interagiscono potrà avere o una segnalazione di aumento di peso o una segnalazione di diminuzione di peso. In realtà cosa vuol dire: che da un lato avrò una componente della forza che mi spinge in giù verso il magnete e nell'altro caso che me lo spinge in su, quindi dovrei vedere la bilancia segnarmi e passarmi da valori positivi a valori negativi se la teoria funziona. E allora proviamo ad andarlo a vedere. In questo caso ho azzerato la bilancia; è una bilancina di una certa sensibilità, si trova nei supermercati asiatici. E' bene avere una bilancia con uno 0,01 gr di risoluzione. Andiamo a vedere quello che si legge; faccio passare corrente, mi avvicino e noto che in questo caso ho un meno rispetto all'azzeramento, continuo ad avvicinarmi, continua ad aumentare, poi a un certo punto vedete che diminuisce di nuovo, sono ancora negativo, ed ecco che passa a valori positivi – in questo caso positivi o negativi ha poco significato – poi aumenta ancora (vedete che aumenta quando mi distacco), poi quando supero una certa distanza torna nuovamente a diminuire. Ecco che anche in questo caso sarà possibile effettuare una serie di esperienze anche con gli alunni

andando a far provare a loro queste variazioni di misura dell'effetto dei due campi attorno al filo, magari usando magneti più o meno potenti a distanze più o meno considerevoli dal filo. Una piccola avvertenza: essendo questi magneti al neodimio, che si comprano un po' dappertutto su Internet, piuttosto potenti, vi consiglio di non avvicinarlo troppo alla bilancia – anche se di tipo digitale – potrebbe in ogni caso dare dei problemi sulle misure.

ESPERIENZA: LA FORZA SUL CONDUTTORE

Dice Oersted: “Come un corpo non può mettere in moto un altro senz'essere mosso a sua volta, quando esso possiede una mobilità necessaria, è facile prevedere che il filo percorso da corrente può essere mosso dal magnete. Questa intuizione di Oersted è poi stato quello che all'inizio ci ha messo in moto il nostro altoparlante per poter sentire la musica. Noi possiamo far vedere agli studenti che questo avviene, c'è questa reciprocità, del resto siamo all'azione-reazione tutto sommato. Qui abbiamo costruito un apparato molto semplice: un pezzo di legno, due spille da balia e un filo conduttore piccolino, leggero, che si può muovere basculando sulle spille da balia. Ora anche in questo caso abbiamo usato un magnete piuttosto potente: l'effetto che si vede è praticamente immediato. Quindi, come avete visto, appena è passata corrente si è messo ad oscillare.

CONCLUSIONI

Ci si potrebbe chiedere se l'esperimento di Oersted sia stato frutto del caso, ma quali sono gli elementi del caso? Una bussola? No. Oersted studiava il magnetismo e quindi le bussole c'erano nel suo laboratorio. Il filo e le batterie? No, perché studiava anche il campo elettrico, o meglio l'elettricità come si diceva, e quindi erano tutti attrezzi che lui utilizzava. Inoltre Oersted ricercava quella unicità delle forze con quella visione kantiana che aveva imparato quando era all'Università e faceva filosofia e ancora seguendo quel filo lui cerca comunque questa unicità. Ed è la sua predisposizione a ritrovare questo risultato che gli fa percepire e apprezzare anche quelle minime variazioni dell'ago della bussola che aveva visto quella sera di primavera. Se non fosse stato attento e predisposto per cogliere quegli eventi non li avrebbe colti. Questo fenomeno si chiama Serendipity, ovvero quel circuito per cui uno scienziato cerca qualche cosa e ne trova in modo inaspettato qualche cos'altro. In realtà non è molto inaspettato ma è il frutto di tutta la sua storia, tutta la storia personale anche delle volte di chi effettua ricerche, il modo in cui ha ricercato e quanto ha ricercato. Quindi, anche in questo caso, non ci sono scoperte casuali, ma sono comunque frutto – oh, non ce ne sono tante, però, per non essere assolutisti – sono comunque frutto di un impegno e di una ricerca. Si concluderà, questa ricerca di Oersted, con una pubblicazione – l'ho già citato – di questo opuscolo di 4 pagine, il 21 luglio del 1820; il titolo era *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*. Come sentite, lo scrisse in latino.