

Capitolo VIII

Molta fatica per nulla

L'ipotesi dell'etere cosmico era dunque ancora accettata da molti scienziati verso la fine dell'Ottocento. Per Huygens l'etere era una materia elastica tenuissima compenetrante tutto lo spazio, anche quello occupato dalla materia ordinaria. Come visto, la luce per Huygens era un movimento dell'etere generato dalle particelle dei corpi luminosi. Young accettò l'esistenza di questo misterioso mezzo senza fare alcuna ipotesi sulla sua natura; sia Huygens che Young non si preoccuparono di un eventuale moto relativo tra la terra e l'etere. Le cose si complicarono con Fresnel che postulò una propagazione dei raggi luminosi tramite le vibrazioni di un mezzo elastico, etere, trasversalmente alle direzioni dei raggi stessi assumendo inoltre che nei cristalli l'etere, se non soggetto a sollecitazioni, fosse costituito da un sistema di particelle uguali in equilibrio stabile grazie alle mutue attrazioni che si verificherebbero lungo le congiungenti i centri delle particelle e funzione solo della distanza tra le stesse. L'etere sarebbe incomprimibile sotto l'azione delle forze che entrano in gioco durante la trasmissione della luce. Le conseguenze di queste ipotesi, e loro corollari, sono illustrate da Fletcher, [10], che riporta le critiche presto avanzate da fisici e matematici, ed i relativi riferimenti bibliografici, a questo modello, *dynamically unsound*, di un fluido che dovrebbe avere le proprietà di un solido per potere trasmettere anche onde trasversali (poiché un fluido non "risponde" elasticamente a cambiamenti di forma, esso non

può trasmettere onde trasversali). Fresnel affermò nel suo ultimo lavoro del 1827 di avere dedotto le superfici che illustrano il comportamento dei cristalli birifrangenti in base alle sue ipotesi sull'etere. Secondo Fletcher avvenne invece il contrario; rimandiamo a questo autore per le relative argomentazioni, dato che non ci sembra che la questione sia di particolare interesse. Ricordiamo invece che Fresnel nel suo lavoro del 1818 (*Annales de Chimie et Physique*) aveva ammesso che per spiegare la propagazione della luce negli spazi interstellari a velocità finite, ma elevatissime, ed altri fenomeni ottici (ad es. l'aberrazione stellare) bisogna postulare l'esistenza di questa materia sottilissima capace di attraversare anche il globo terrestre il quale comunicherebbe a questo fluido elastico una piccola parte della propria velocità di rotazione, *trascinamento parziale*. Per un esame più dettagliato di queste posizioni di Fresnel rimandiamo ancora a Fletcher [10]; tutto sommato le ipotesi sull'etere costituiscono la parte caduca dei contributi di Fresnel e di Faraday e di Maxwell ed altri. Fresnel non sembra preoccuparsi delle implicazioni del trascinamento parziale dell'etere da parte della terra.

A. H. Fizeau nel 1851 , in base ad un sofisticato esperimento, descritto in tutti i trattati di fisica, ritenne di avere provato il parziale trascinamento dell' etere da parte dei corpi in movimento. Il risultato di Fizeau troverà spiegazione nell' elettrodinamica di Lorentz ed Einstein lo considererà una prova cruciale a favore della teoria della relatività. Il risultato numerico di Fizeau concorda con quello calcolabile in base al teorema di addizione delle velocità secondo la teoria della relatività.

Nel 1888 Kelvin, allora solo sir William, riuscì a spiegare le birifrazioni in termini di sole vibrazioni dell' etere trasversali (nel piano di vibrazione) e perpendicolari ai raggi introducendo delle ipotesi un po' strane. Come conseguenza dell'interazione tra etere e materia ordinaria il primo si comporta come se fosse comprimibile ed avesse densità variabile. Data la difficoltà di trovare esatti equivalenti degli aggettivi *actual* ed *effective* usati da Kelvin riportiamo le sue espressioni :

“ The ether is compressible even for the forces concerned in the propagation of light; the *actual* (reale?) density and rigidity of the

ether is identical for all bodies; the *effective* (efficace?) rigidity is invariable; the *effective* density is different in different bodies and, in the case of doubly refractive crystals, in different directions within the same body (Nature, **40** , 32, 1889)". Con il dovuto rispetto per Lord Kelvin, questo ci sembra il tentativo di esorcizzare un fantasma con un sofisma.

Quindi anche con l' introduzione del concetto di campo l'ipotesi dell' etere sopravvisse, dato che i più avevano la convinzione che ogni campo dovesse essere suscettibile di interpretazione meccanica e che quindi anche i campi elettromagnetici fossero degli stati dell'etere.

Nel 1892 Lorentz pubblica una memoria dal titolo *La théorie électromagnétique de Maxwell et son application aux corps mouvants*, dove l' etere viene definito come una sostanza molto particolare , *sempre in quiete, le cui parti non posseggono moto relativo le une rispetto alle altre* e dotata di proprietà fisiche rette dalle leggi del campo elettromagnetico. Gli elettroni avrebbero la funzione di intermediari tra la materia ponderabile e l'etere : si ha quindi una concezione corpuscolare per quanto riguarda la materia ed una concezione continua per quanto riguarda l'etere. L'ipotesi del trascinamento dell'etere da parte della terra era stato abbandonato per diversi motivi e Maxwell aveva già considerato l'etere come un mezzo in perfetta quiete nell'universo. Nella teoria di Maxwell l'etere venne ad assumere il ruolo di un sistema di riferimento privilegiato rispetto al quale le radiazioni elettromagnetiche, nel " vuoto ", si devono propagare con velocità costante c anche se probabilmente Maxwell non si pose la domanda a quale sistema di riferimento dovessero riferirsi le coordinate spaziali e temporali delle sue equazioni. In un sistema di riferimento in moto traslatorio rispetto all'etere e che si sposti con velocità v rispetto all'etere stesso, in base al teorema di addizione delle velocità secondo la meccanica classica, la velocità della luce risulta : $W = c - v$ e quindi $< c$. Inoltre un corpo in movimento attraverso l'etere dovrebbe generare un *vento d'etere* (ether drift) e si dovrebbe ammettere l'esistenza di questo vento d'etere anche nei confronti della terra. Per oltre un decennio ci furono dei fisici che cercarono di mettere in evidenza questo effetto. I due

scienziati che ci interessano a questo proposito sono due statunitensi, Michelson e Morley.

Albert Abraham **Michelson** (Strelno, Polonia, 1852, † Pasadena, Cf., 1931) nacque a Strelno, allora nella Polonia prussiana, da famiglia di religione ebraica che però emigrò negli Stati Uniti quando il Nostro aveva solo due anni e quindi egli si può considerare americano ed il suo cognome viene in genere pronunciato con la *i* lunga. A 16 anni entrò all'Accademia Navale di Annapolis e fu imbarcato per diversi anni come ufficiale, rientrando poi all'Accademia come istruttore. Nel 1880 ottenne una lunga licenza e si recò a Berlino dove fu ospitato nei laboratori di Helmholtz. Già da anni si era occupato dei problemi legati alla velocità di propagazione della luce ed in Germania ideò il suo interferometro che doveva poi divenire uno degli strumenti di precisione per misure ottiche. Da misure eseguite presso l'Osservatorio di Potsdam, Michelson ritenne di potere concludere che l'ipotesi dell'etere stazionario é incorretta. Più tardi però Lorentz trovò un errore nei calcoli di Michelson i cui risultati risultarono pertanto inconcludenti. Nel 1882 Michelson rientrò negli Stati Uniti dove ottenne una cattedra di fisica al Case Institute of Technology di Cleveland. Qui incontrò il chimico Edward Williams **Morley** (Newark, New Jersey, 1838, † Hartford, Conn., 1923) , studioso della chimica dell'idrogeno ed ossigeno.

Nel 1886 Michelson e Morley, a Cleveland, eseguirono una serie di misure, oltre 60, per confermare i risultati di Fizeau e trovarono che la velocità della luce non viene alterata dalla velocità totale del mezzo in movimento (acqua distillata) , ma solo di una frazione ($1 - 1/n^2$) , dove n é l'indice di rifrazione del mezzo. É da notare che questo risultato era stato brillantemente previsto da Fresnel e poi confermato sperimentalmente da Fizeau come già detto.

L'anno successivo i due scienziati eseguirono accuratissime misure interferometriche per cercare di mettere in evidenza l'eventuale vento d'etere ed i risultati risultarono decisamente negativi. Le misure portarono però alla determinazione di valori accurati della costante c .

Lorentz prese atto di questi risultati e, non sentendosi di rinunciare all'ipotesi dell'etere, li spiegò facendo sua l'ipotesi della contrazione dei corpi in movimento rispetto all'etere già avanzata da Fitzgerald (George Francis, Dublino, 1851, † ivi, 1901) nel 1893. Tutti i corpi che si spostano nell'etere con velocità v subiscono una contrazione $(1 - v^2/c^2)^{1/2}$ nella direzione del moto; poiché tutti i regoli standard subiscono la stessa contrazione, non possiamo però verificare direttamente il fenomeno di contrazione. Poco dopo Lorentz e Poincaré postularono che per gli orologi si verificasse un rallentamento, dato dallo stesso fattore, quando si muovono attraverso l'etere. Erano così spiegati i risultati di Michelson e Morley; la distorsione degli strumenti di misura simulava l'immobilità rispetto all'etere. La contrazione dei corpi annullava la differenza dei tempi di percorrenza della luce nelle due direzioni tra loro perpendicolari nell'interferometro di Michelson. Lorentz derivò l'espressione completa della trasformazione che porta il suo nome e che è il fondamento della relatività ristretta. Sarà però Einstein nel **1905** che ne riconobbe il suo pieno significato e che appunto con la teoria della relatività ristretta aprì una nuova strada per la meccanica e per tutta la fisica; per adoperare le parole di Einstein, la teoria della relatività è un valido aiuto *euristico* nella ricerca delle leggi *generali* della natura. Le trasformazioni di Lorentz lasciano invariate le equazioni di Maxwell che quindi rimangono valide e della stessa forma in tutti i sistemi di riferimento inerziali, cosa di cui probabilmente nessuno aveva mai dubitato. Sembrerebbe però necessaria la tacita inserzione di un terzo assioma oltre a quelli dell'equivalenza di tutti i sistemi inerziali ed a quello della costanza della velocità della luce in tutti i sistemi: le cariche, al contrario delle masse, hanno lo stesso valore in tutti i sistemi. Sembrerebbe infine necessario un ulteriore principio, quello dell'invarianza degli osservatori inerziali e del loro apparato sensoriale, ma in effetti l'osservatore si riduce ad una serie di operazioni definite fisicamente, non è più una persona. Del resto, come già notato, Einstein non sembra preoccuparsi di come si possa definire una percezione.

Einstein concluderà che un ente che non possiamo osservare è come

se non esistesse, anzi non esiste, e che quindi l'etere non esiste, ottima presa di posizione dal punto di vista operativo. L'etere venne quindi messo da parte. La persistenza del postulato dell'etere è comprensibile dal punto di vista di una coerenza della visione della propagazione delle onde che si supponeva dovessero propagarsi in un qualche mezzo "materiale", come le onde del mare. Più in generale si era radicata la convinzione che i *campi* dovessero essere suscettibili di interpretazioni meccaniche, cosa che presupponeva l'esistenza di materia, e pertanto l'etere fungeva da "materia". È però l'inconsistenza di questo postulato con lo sviluppo della chimica che fa specie. Mendeleev aveva sviluppato la sua legge periodica tra il 1869 ed il 1871 e la chimica, sia inorganica che organica, aveva già registrato progressi grandiosi. Era quindi chiaro, anche se nella tavola di Mendeleev c'erano ancora molte caselle vuote, che l'etere non poteva essere un elemento od un composto chimico. Pertanto l'etere assumeva l'aspetto di un eone emanato da una Potenza arcana e malefica visto il suo comportamento beffardo. Ciò, alle soglie del XX secolo, lascia veramente sorpresi. Per gli antichi greci Αιθήρ, l'etere, (dalla stessa radice di αἶθειν, ardere), era la luce del cielo (e per gli Egizi la dea Nut, rossa all'aurora, assumeva ruoli analoghi). Queste fantasie mitologiche si erano tramutate nell'ipotesi di un grigio pulviscolo cosmico, altrettanto mitico.

Alla luce dell'attuale teoria delle cordicelle chiuse vibranti (perché mai *stringhe* ? piuttosto meglio le orride *1-brane*, *2-brane* ...), le considerazioni di cui sopra perderebbero di significato. Se le cordicelle sono i costituenti ultimi del mondo submicroscopico (atomi nel senso etimologico del termine) e se si diversificano solo per la frequenza ed ampiezza delle vibrazioni, il problema della loro composizione perde appunto di significato. Siamo però in un contesto di conoscenze lontanissimo da quello della generazione di Lorentz e Michelson. La reintroduzione del termine etere per etichettare proprietà del campo unificato od altro sarebbe unicamente fonte di ambagi nominalistiche.

L'ipotesi dell'etere trovò ancora un altro difensore, oltre a Lorentz, prima dell'apparire della teoria della relatività ristretta. Si tratta del

fisico irlandese Joseph **Larmor** (1857 - 1942) che elaborò una teoria dell'etere riprendendo una ipotesi del suo compatriota James **Mac Cullagh** (1809 - 1847) . Questi aveva postulato l'esistenza di un mezzo dotato di proprietà diverse da quelle dei corpi ordinari i quali immagazzinano energia quando il volume cambia forma, ma non durante una rotazione. L'etere di Mac Cullagh aveva invece proprietà opposte e le leggi di propagazione delle onde in esso risultavano simili a quelle poi dedotte da Maxwell. Di questo scienziato é da notare come già nel 1837 avesse messo in evidenza l'esistenza degli assi ottici di polarizzazione circolare in minerali moderatamente assorbenti (*vide infra*, pag. 93).

Larmor riprese l'ipotesi dell'etere rotazionalmente elastico di Mac Cullagh e sviluppò una teoria molto astratta nella quale l'etere non é più una sostanza materiale, ma ha proprietà definite solo attraverso equazioni. (*Aether and matter*, 1898 - 1900). L'opera di Larmor é importante per la distinzione tra unità positive e negative di carica elettrica; la validità di questa sua distinzione matematica fu confermata dalle scoperte di elettrone e positone. Singolare é la definizione che Larmor dà dell'elettrone : “ Un elettrone e appare in questa analisi come un punto singolare dell'etere analogo a ciò che si definisce come polo semplice nella rappresentazione bidimensionale che si utilizza nella teoria di una funzione di variabile complessa ”. L'obiettivo di Larmor era di arrivare a ridurre la meccanica dei corpi materiali alle proprietà di un etere essenzialmente elettromagnetico, etere che era “ un qualcosa di antecedente alla materia ” ; l'astrattezza di questa teoria e la sua incompletezza erano ben presenti a Larmor stesso .

I contributi di Larmor si possono forse considerare come anticipazioni di teorie molto posteriori . Penso sia meglio non esagerare nella ricerca di " precursori " diventata un po' troppo di moda. Ad esempio i tourbillons di Cartesio avrebbero dovuto ispirare alcuni scienziati moderni che magari Cartesio non avevano letto o che comunque erano ben lontani dall'averlo presente quando elaboravano le loro teorie. Questo dovrebbe essere senz'altro il caso di Faraday quando sviluppava la teoria dei campi.

Indubbiamente la storia dell'umanità è ricca di problemi che si ripresentano in epoche diverse nella stessa civiltà od in civiltà diverse, ma le soluzioni vanno inquadrare nei rispettivi periodi. Ispirazioni dirette tra pensatori molto lontani nel tempo si possono ritrovare in campo filosofico e storiografico, ma mi sembrano molto improbabili in campo scientifico tra scienziati separati da più di una o due generazioni. Questa affermazione riguarda il momento di genesi di una intuizione scientifica; per la successiva elaborazione logica è ovvio che il ricercatore farà uso di tutti gli elementi a sua disposizione, nessuno può vivere fuori dalla storia. Il popolare versetto dell' *Ecclesiaste*, 1.9 : “ Ciò che è stato è quello che sarà e ciò che s'è fatto è quello che si farà : *niente di nuovo avviene sotto il sole* ” , perché abbia un qualche senso va inteso con spirito storicistico altrimenti è del tutto insensato ed anzi pericoloso perché può indurre a pigrizia mentale ed il sonno della ragione, in senso kantiano, genera mostri. Comunque a chi fosse interessato a trovare precorriti, consigliamo di cercare in San Tommaso il precursore di alcuni concetti dell' originaria fisica dei quanti. Dice infatti l'Aquinate (*Summa contra Gentiles*, L.III) : “ Si ergo angeli non sunt compositi ex materia et forma, ut dictum est supra, sequitur quod impossibile sit esse duos angelos unius speciei ” (*principio di esclusione*) , “ Motus angeli potest esse continuus et discontinuus sicut vult Et sic angelus in uno instante potest esse in uno loco, et in alio instante in alio loco, nullo tempore intermedio existente ” (*moti orbitali, transizioni quantiche*). Per quanto riguarda il *big bang* , quale eclatante analogia con la deposizione dell' *Uovo Cosmico* da parte di Eurinome secondo la cosmogonia pelasgica (o della Notte secondo quella Orfica) !