

SPARA FULMINI

Piero ANFOSSI

Da tempo immemorabile gli esseri umani rimangono tanto affascinati quanto intimoriti nell'osservare i bagliori delle saette che "illuminano" il cielo durante un temporale. Nonostante ai giorni nostri la fisica ci "illumini" circa le modalità con cui si generano i fulmini, alcuni fenomeni osservati dalla superficie del nostro minuscolo pianeta non sempre svelano la loro vera natura. Questo accade ad esempio quando rimaniamo ammirati di fronte allo spettacolo di un tramonto all'orizzonte, pur sapendo che non è il sole a tuffarsi nel mare bensì la terra a ruotare su se stessa ed intorno alla nostra stella. Questo come tanti altri fenomeni dall'aspetto ingannevole, vale anche per i fulmini che sembrano piombare dall'alto sulle nostre teste, mentre in realtà quelli tra terra e cielo partono dal terreno in direzione opposta.

I fenomeni temporaleschi sono spesso preannunciati da lampi e tuoni, con il bagliore che precede il boato per la diversa velocità con cui si propaga la luce rispetto al suono. Da bambino mi divertivo a misurare il tempo che intercorreva tra il lampo e il tuono, pronunciando "mille uno, mille due, mille tre" senza pause, per essere più in sincrono possibile con il trascorrere dei secondi. Come mi aveva insegnato mio padre, dal tempo trascorso in diminuzione o in aumento rispetto all'evento successivo, era possibile capire se il temporale fosse in avvicinamento oppure tendesse ad allontanarsi.

I temporali si scatenano in seguito alla risalita di aria calda e umida verso l'alto dove si raffredda bruscamente, saturandosi fino a condensare sotto forma di goccioline di acqua per dare vita alle nuvole. Quando l'aria raggiunge quote superiori ai due chilometri, tende a stratificarsi in cumuli di notevole spessore (cumulonembi) dove le temperature possono scendere anche sotto lo zero. In tal caso si formano particelle di ghiaccio che, trasportate dai movimenti vorticosi dell'aria, entrano a contatto per sfioramento con le gocce d'acqua in risalita, andando a formare cariche elettriche. La maggior parte dei fulmini si produce all'interno delle nuvole stesse o tra una nuvola e l'altra, proprio in conseguenza della presenza di cariche elettriche positive e negative che vengono in contatto tra loro. La collisione delle particelle con cariche elettriche di segno opposto genera una serie di scariche sotto forma di piccole scintille che, moltiplicate per milioni di volte, si manifestano sotto forma di saette dall'andamento irregolare e frastagliato. Quando il cumulonembo è saturo di umidità, pertanto dall'aspetto scuro e quasi impenetrabile alla luce, il fenomeno è percepibile in forma di bagliore irregolare e intermittente all'interno della nuvola stessa. In tal caso anche il tuono viene percepito in forma attenuata a causa dell'altezza (fino a 8-10 chilometri) oltre che della distanza sul piano dell'orizzonte. A tale proposito, il suono è dovuto alla repentina espansione dell'aria in seguito al riscaldamento prodotto dal fulmine (l'aria si dilata a una velocità che supera il cosiddetto "muro del suono": 1192 km/h). In pratica l'esatto contrario di quanto avviene nella camera a scoppio di un motore a

benzina, dove sono la compressione dell'aria e l'esplosione del carburante a produrre il rumore.

La forma classica del fulmine a cui siamo abituati a pensare è quella della saetta che dal cielo si dirige verso terra, come rappresentato fino dall'antichità in numerose opere d'arte in cui la divinità dell'epoca (Zeus, Giove o l'Onnipotente) scaglia i suoi dardi sulla Terra, all'indirizzo dell'Umanità irricoscente e peccatrice.

Per chiarire la dinamica del fenomeno occorre considerare la situazione elettrostatica del cumulonembo, in cui i cristalli di ghiaccio posti nella porzione superiore presentano in genere cariche positive, mentre le goccioline d'acqua fluttuanti nella parte inferiore sono elettricamente negative. Consideriamo ora la situazione al suolo che, in corrispondenza della nube, curiosamente assume cariche positive a differenza del terreno circostante che mantiene la tipica carica negativa della superficie terrestre. La colonna d'aria viene in tal modo a comportarsi come un gigantesco condensatore elettrico, il cui funzionamento è basato sulla differenza di potenziale tra le sue armature. Nel caso dell'esempio sopra descritto, in cui sono presenti strati dotati di cariche elettriche opposte che si fronteggiano, come avviene con le armature di un condensatore, avvenuto il "corto circuito" le cariche positive viaggiano dal suolo, positivo, verso la nube la cui base è negativa, a ben 96.000 chilometri al secondo. La velocità con cui avviene il fenomeno impedisce all'occhio umano di seguirlo correttamente: l'inganno è simile a quello delle ruote di una bici o di un carro, i cui raggi sembrano girare in senso contrario alla loro direzione reale.

Lo stesso meccanismo di funzionamento vale per i parafulmini, apparati metallici appuntiti posizionati a protezione di aree e infrastrutture a rischio incendio durante i temporali. Per i motivi di cui sopra, sarebbe più appropriato chiamare questi congegni "spara fulmini", dato che è la loro struttura ad originare il fulmine, quasi si trattasse di un apparato missilistico terra-aria. Il motivo per cui avviene la scarica è quello della tendenza al ripristino in una situazione di equilibrio tra i due strati di carica opposta. La foto in fondo al testo non è stata scelta solo per il suo forte impatto visivo, in quanto la Tour Eiffel sembra rappresentare un gigantesco parafulmine (o spara fulmini) posto al centro della Capitale francese. In realtà la struttura alta 312 metri è stata inaugurata nel 1889 in occasione dell'Esposizione Universale di Parigi. Dal 1906 è servita da supporto per le antenne trasmettenti della radio nazionale francese e, in seguito, della televisione. Qualcuno potrebbe essere colto dal panico nel ritrovarsi sulla torre durante un temporale, benché tutti gli spazi aperti al pubblico siano dotati dei più sofisticati sistemi di sicurezza. Se poi immaginiamo la struttura come un gigantesco traliccio in ferro, possiamo immaginare che si produca lo stesso effetto protettivo fornito dalla gabbia di Faraday. Secondo questo principio fisico, le cariche elettriche presenti al suolo e ricoprenti la torre si posizionano soltanto sulla superficie esterna di essa. Accade pertanto che la struttura metallica agisca da schermo, impedendo alle

scariche elettriche di raggiungere l'interno dove il campo elettrico risulta essere nullo. Qualcosa di simile avviene con la carrozzeria metallica dei veicoli, per quanto questi siano già isolati elettricamente dal terreno per la presenza degli pneumatici in gomma. Anche nel caso di un aereo colpito da un fulmine, le scariche elettriche rimangono all'esterno del velivolo senza costituire pericolo per i viaggiatori. A tranquillizzare i visitatori più apprensivi rimane comunque il fatto che la sommità della torre in questione è dotata di parafulmini, collegati a terra tramite robuste trecce di filo di rame.



Veduta della Tour Eiffel colpita da un fulmine. L'imponente struttura metallica, sapientemente illuminata, svetta nella notte sulla Capitale d'oltralpe. (Immagine scaricata da *Choualbox.com*)