

## Lo sviluppo delle previsioni meteo durante la II guerra mondiale

A cura di Nicolò Belardinelli

### Sommario

Le previsioni nella II guerra mondiale	1
Contatti	1
Il caso del DELTA AIRLINES 191	2
Naga Fireballs	2
Pericolo nascosto	3
I pirocumuli	3
Le tempeste di sabbia	3
Pregresso o Regresso?	4
Un mix affascinante!	4

### ULTIMO NUMERO!

Per contatti ,  
pareri e consigli  
per il prossimo  
anno

[perandareoltre\\_itaer@libero.it](mailto:perandareoltre_itaer@libero.it)

Per il giornale  
on-line

[www.alboscuole.it/174833](http://www.alboscuole.it/174833)

[www.perandareoltre.altervista.org](http://www.perandareoltre.altervista.org)

Grazie a tutti i 1600 lettori per  
l'affetto dimostrato in questi mesi.  
La Redazione

Probabilmente le previsioni del tempo hanno contribuito a cambiare il corso della storia. Infatti ad esempio lo sbarco in Normandia deve il suo successo per le forze alleate ad una puntuale previsione del tempo. Durante la seconda guerra mondiale, gli alleati sotto il comando del generale Eisenhower avevano deciso lo sbarco in Normandia tra il 4 e il 7 giugno 1944, unici giorni nella prima metà del mese che possedevano le caratteristiche desiderate:

1) una luna che sorgesse tardi (elemento favorevole per i paracadutisti) ,  
2) una bassa marea all'alba (utile per individuare le difese tedesche altrimenti sommerse).

Nei primi tre giorni di giugno, il tempo era stato particolarmente clemente, con giornate di sole e cielo limpido, l'ideale per le incursioni aeree; ma il 4 giugno il tempo peggiorò improvvisamente. Il capitano Stagg responsabile del servizio meteo della Royal Air Force prevede per il 5 giugno temporali e mare molto agitato. Se le previsioni si fossero mantenute negative oltre la sera del 5 giugno, lo sbarco sarebbe stato rinviato al periodo favorevole successivo, cioè almeno al 19 giugno. Nell'ultimo bollettino meteo delle ore 21.30 Stagg comunicò la possibilità di un netto miglioramento per l'alba del 6 giugno in quanto il fronte freddo sarebbe passato nella notte; Eisenhower decise l'attacco anche se il mare agitato avrebbe reso difficile le operazioni di avvicinamento alla costa. L'esercito tedesco fu colto di sorpresa perché non si aspettava lo sbarco a causa delle pessime condizioni del tempo.

La Seconda Guerra Mondiale diede un nuovo potente impulso alla meteorologia in generale ed alle previsioni operative in particolare. Il massiccio impiego dell'aviazione e le dimensioni più che emisferiche del teatro delle operazioni belliche portarono allo sviluppo di una rete di stazioni a maglie molto più strette di quella prima esistente e soprattutto a un fortissimo e decisivo aumento del numero dei radiosondaggi, cioè delle osservazioni in quota. E se proverbiale rimane l'abilità dei previsori inglesi nello sfruttare ai fini bellici l'evoluzione dei sistemi del tempo, si può

dire che nel campo della Meteorologia e più in generale della Fisica dell'Atmosfera, la Seconda Guerra Mondiale lasciò un'eredità positiva. In particolare, forte del grande miglioramento della rete di osservazioni, un gruppo di meteorologi scandinavi, fra i quali primeggiano S. Petterssen ed E. Palmén, operante presso l'Università di Chicago, sottopose a revisione tutto il campo delle conoscenze acquisite fino ad allora. Fu così confermata, successivamente ampliata e perfezionata, una vecchia teoria dello sviluppo baroclinico che divenne (nel periodo fra la fine della guerra e gli anni 70) il più importante e preciso strumento a disposizione dei previsori sinottici del tempo. Molti elementi della teoria della Scuola Norvegese furono rivisti, corretti ed amplificati. In particolare si riconobbe che i concetti di linea frontale e di superficie frontale dovevano essere sostituiti da quelli di banda frontale, nel senso che i fronti non hanno, come essenzialmente ritenuto fino ad allora, una sola dimensione, cioè quella longitudinale, bensì due dimensioni: una longitudinale e una trasversale. In tali dimensioni i fenomeni si sviluppano e sono distribuiti su due scale di moto diverse; la scala sinottica (dell'ordine del migliaio di chilometri) per la dimensione maggiore e la mesoscala dell'ordine del centinaio di chilometri) per la minore. Il gruppo di Chicago catalogò poi in maniera esemplare le correnti a getto, quelle correnti velocissime (fino a oltre 500 km/h) che si sviluppano in determinate zone della troposfera e della stratosfera. Di queste correnti fu riconosciuta la dinamica di formazione e di evoluzione, la loro posizione rispetto agli altri sistemi e la loro estrema importanza nell'evoluzione dinamica delle situazioni meteorologiche, utile da sapere per le trasvolate atlantiche. Insomma, il quadro delle conquiste e dei miglioramenti apportati dal gruppo di quella Università è così vasto ed importante che si può parlare di Scuola di Chicago. Nella seconda metà degli anni '40, inoltre, diversi fattori resero possibile un riaccostamento all'indirizzo della soluzione numerica di modelli dinamici dell'atmosfera.



## Il caso del DELTA AIRLINES 191

Il volo Delta Air Lines 191 era un volo di linea della Delta Air Lines da Fort Lauderdale a Los Angeles, con scalo intermedio a Dallas. Il 2 agosto 1985 il Lockheed L-1011 TriStar che operava il volo è precipitato mentre eseguiva un approccio di routine all'Aeroporto Internazionale di Dallas/Fort Worth, uccidendo 8 degli 11 membri dell'equipaggio, 126 dei 152 passeggeri e una persona a terra. Questo incidente è uno dei pochi riguardante voli commerciali ad essere stato causato dal fenomeno meteorologico conosciuto come windshear generato da microburst.

Il volo 191 decollò regolarmente da Fort Lauderdale alle 15:10 EDT. Giunto nei cieli della Luisiana incontrò una turbolenza e, per evitarla, il Comandante Connors, con 14.000 ore di volo alle spalle, decise di cambiare rotta, dirigendosi più a sud. Durante la discesa verso l'aeroporto di Dallas venne informato dalla torre di controllo che sulla loro rotta avrebbero incontrato un altro temporale, ma questa volta il Comandante decise comunque di attraversarlo, poi cedette i comandi al Primo Ufficiale Price. Giunti alla quota di 1500 ft (460 m) AGL Price disse di aver visto fulmini nelle nuvole avanti a loro.

Alla quota di 800 ft (240 m) AGL la velocità del velivolo aumentò autonomamente, raggiungendo i 173 nodi IAS anziché rimanere stabile a 149 nodi IAS, la velocità prescritta per l'atterraggio. Price chiese al Comandante se avesse dovuto rallentare l'aereo, ma Connors, avendo riconosciuto gli effetti di windshear, rispose che così facendo avrebbe perso il controllo del velivolo, e gli consigliò solamente di monitorare la velocità. Improvvisamente la velocità calò da 173 a 133 nodi IAS, costringendo Price ad aumentare la spinta dei motori; pochi istanti dopo la velocità diminuì nuovamente, raggiungendo i 119 nodi IAS. In aggiunta ad un improvviso vento di coda, l'aereo incappò in un vuoto d'aria che lo fece scendere verticalmente alla velocità di 30 nodi al secondo. Questi vuoti d'aria si succedettero varie volte durante gli ultimi istanti del volo. Mentre Price tentava di mantenere il controllo del velivolo, un'improvvisa raffica laterale provocò l'inclinazione dell'aereo verso destra e un aumento dell'angolo d'attacco. Price, per evitare uno stallo, fece inclinare il muso del velivolo verso il basso per aumentare la velocità, ma un forte vento discendente rendeva l'aereo difficilmente controllabile. Alle 18:05:44 entrò in funzione l'allarme del Ground Proximity Warning System. Il Comandante ordinò TOGA (Take Off/Go Around, riattaccata per mancato approccio), ma il Primo Ufficiale riuscì solamente a ridurre la velocità di discesa.

Il Lockheed L-1011 impattò col terreno circa 6.300 piedi (2.000 m) a nord della pista 17L, poi rimbalzò in aria e ricadde sulla statale 114, colpendo con un motore una Toyota Celica e uccidendo il suo guidatore; in seguito urtò con un'ala un palo dell'illuminazione autostradale, provocando l'incendio del carburante contenuto nel serbatoio alare, ed infine arrestò la sua corsa contro due serbatoi d'acqua situati nel campo volo di Irving, incendiandosi. Fortunatamente la sezione di coda del velivolo si distaccò prima dell'urto contro i serbatoi, salvando la vita alla maggior parte dei suoi occupanti. Due dei passeggeri inizialmente sopravvissuti morirono dopo 30 giorni per le ferite riportate.

Dopo una lunga indagine, il National Transportation Safety Board (NTSB) concluse che l'incidente fu causato da un errore del pilota in associazione con fenomeni meteorologici estremi, combinati con wind shear generati da microburst.

L'NTSB stabilì inoltre che una concausa dell'incidente fu l'impossibilità, da parte dei piloti, di rilevare il microburst; infatti, il radar meteorologico di bordo non era in grado di rilevare i cambiamenti di vento ma segnalava solamente la presenza di temporali. Dopo l'inchiesta, i ricercatori della NASA presso il Langley Research Center modificarono un Boeing 737-200 per sperimentare un nuovo sistema basato su di un radar Doppler in grado di segnalare i wind shear. Questa nuova attrezzatura venne installata sulla maggior parte degli aerei di linea su ordine della Federal Aviation Administration.



A cura di Federico Alessandro

## Wow che Meteo!

## NAGA FIREBALLS



Le Naga fireballs sono "sfere di fuoco" che si sollevano dalle profondità del fiume Mekong e si alzano in cielo durante il Wan Awk Pansa, una festività celebrata in Ottobre in Thailandia e Laos. Migliaia di spettatori accorrono per assistere a questo spettacolare fenomeno che, secondo la mitologia locale, sarebbe dovuto ai Naga, creature acquatiche soprannaturali a forma di serpente che, secondo gli abitanti del posto, lancerebbero in aria le sfere. Generalmente esse compaiono in concomitanza con la notte di Wak Awk Pansa, la fine del ritiro spirituale dei monaci buddisti il cui inizio coincide con quello della stagione delle piogge. A dire il vero, però, esse sono state avvistate anche durante il corso dell'anno, nei mesi primaverili ed a Settembre, il che lascerebbe pensare ad un'origine naturale delle sfere di fuoco. Le sfere sono di colore rosso, grandi circa come un uovo, e si sollevano dal fondo del fiume superandone la superficie, per poi accelerare nell'aria, sparendo alla vista dei testimoni. Manas Kanoksin, medico di Nong Khai, dopo 11 anni spesi a studiare il fenomeno sostiene che si tratti di sedimenti in fermentazione sul fondo del Mekong, che generano bolle di metano. Tuttavia altri ricercatori sembrarono non gradire la spiegazione scientifica delle sfere Naga. Uno dei punti che venne spesso messo in discussione è che

il fondo del fiume sarebbe per lo più roccioso, e non favorirebbe l'accumulo di sedimenti organici, oltre al fatto che la turbolenza dell'acqua romperebbe le bolle di metano prima ancora che possano salire in superficie. Per risolvere il problema, nel 2002 un team di scienziati inviati dal Ministero della Scienza e della Tecnologia thailandese, raccolse campioni d'acqua, ed installò stazioni di raccolta e monitoraggio di gas all'interno delle acque del Mekong. Dopo 2 anni di analisi si arrivò ad una spiegazione finale: "Il fenomeno è causato da bolle di gas fosfina". La strumentazione posizionata sul Mekong nel punto in cui appaiono le sfere Naga ha rilevato il movimento del gas verso la superficie poco prima che il fenomeno delle sfere si manifestasse, e che gli abitanti della regione testimoniassero l'evento. Il momento in cui questo gas viene rilasciato dipende dall'accumulo di fosfina sotto il letto del fiume, accumulato che raggiunge il suo picco massimo generalmente verso Ottobre. La fosfina è un gas incolore ed infiammabile, oltre che altamente tossico e poco solubile in acqua, e la sua accensione sarebbe provocata dal contatto con l'ossigeno atmosferico una volta raggiunta la superficie del fiume, bene o male lo stesso meccanismo dei fuochi fatui.

## Pericolo nascosto

[...]

"Quando le pozze si prosciugano, gli abitatori si rinserrano in guaine o cisti che vengono afferrate dal vento e soffiate per il mondo. Quando infine cadono in acqua o in ambiente opportunamente umido, i bozzoli si spaccano e le creature emergono di nuovo, alcune a forma di esadri pulsanti, altre a forma di spaghetti, di favi delle api, di ciambelle, di clessidre, di cavallucci di mare, di ruote di roulette, di piaridi e boomerang, di tutte le forme e ben più delle molecole di cui sono costituite."

G.Murchie, Song of the sky

-°-°-

Per secoli e millenni il vento è stato ritenuto dai popoli come una punizione voluta dai loro dei, con il passare del tempo e con il progresso scientifico e meteorologico abbiamo cominciato a studiarlo e siamo riusciti a trarne vantaggio da un punto di vista sia energetico che economico; ma tra le miriadi di particelle che costituiscono l'atmosfera intorno alla Terra si nasconde un pericolo imminente di microscopiche dimensioni pronto a scatenare il caos, pronto a diffondersi e a volte pronto ad uccidere: i batteri. Come è possibile che un batterio possa riuscire, come già successo negli anni passati, a decimare milioni di persone? Una spiegazione c'è e il fattore vento ne aumenta la pericolosità. In parole povere le dimensioni di un virus non gli consentono di adattarsi ad una vita all'aria aperta, perciò si attacca ad una cellula più grande entrando in contatto con spore, grani di polline o addirittura con squame epidermiche umane le quali fungono da zattere. Così, quando se ne presenta l'occasione, una folata di vento può essere cruciale nella diffusione del virus. Poiché queste "zattere" sono diventate ormai tante, le epidemie si diffondono molto più facilmente col vento e assai di più nelle zone calde o tropicali dove i venti soffiano a velocità elevate. Nelle città la capacità di diffusione del virus è maggiore rispetto alle campagne, ma ciò non toglie che c'è ne possono essere di più, infatti un suolo fertile

può ospitare più di mille milioni di batteri di specie diverse. Un altro fenomeno è la sovrappopolazione dei batteri nei livelli inferiori della troposfera ovvero all'interno delle nubi: grazie alle termiche i batteri salgono in quota dove buona parte di essi congelano e cadono giù per effetto della grandine, mentre quelli restanti cadono assieme alla pioggia e, quando riescono ad entrare in contatto con la superficie del mare, evaporano e ritornano a ripopolare i livelli sovrastanti aumentando così la percentuale di batteri presente nell'aria. Per quanto noi possiamo stare alla larga da questi microbi, un semplice fazzoletto davanti alla bocca non è sufficiente a tenerci a debita distanza poiché ogni parola che noi pronunciamo equivale ad assorbire o trasmettere un numero inimmaginabile di batteri.

fonte: "Il libro del vento" di L. Watson



## MeteoCuriosità

A cura di Porretta Valerio

### Le tempeste di sabbia

### I pirocumuli

A cura di Rosati Federico

E' un tipo di cumulo (il cui sviluppo è dovuto a cause non strettamente meteorologiche) il cui nome deriva dal termine greco pyr che significa fuoco; infatti è proprio il fuoco a innescare il processo convettivo, che insieme al vapore acqueo, dà origine alla nube. Esattamente come avviene per la cumulogenesi da instabilità pomeridiana, una "bolla" d'aria caldo-umida (detta appunto termica) si stacca dal suolo e, mischiata al fumo della fonte di calore che l'ha generata, inizia a salire verso l'alto. Quando, alle quote superiori, incontra temperature e valori tali da permettere la condensazione del vapore acqueo in eccesso, inizia la formazione della nube. Dalla fisica sappiamo che la condensazione genera ulteriore riscaldamento (calore latente di condensazione) che, unito al calore proveniente dal basso continua a far crescere il pirocumulo finché non sarà stato condensato tutto il vapore messo a disposizione. Un incendio che si propaga in una foresta genera intense correnti d'aria ascendenti e libera con la combustione della vegetazione grandi quantità di vapore acqueo, che sollevandosi, si condensano a una certa quota formando il cumulo. La base del pirocumulo è difficile da individuare, in quanto è generalmente nascosta dalla spessa cortina di fumi e cenere, ma la sommità della nube sventa ben al di sopra dei prodotti della combustione. Lo sviluppo verticale di un pirocumulo è molto variabile: può andare dalle dimensioni di un cumulo basso a quella di un cumulo a forma di cavolfiore. In alcuni casi, questo tipo di nube, molto ricco di nuclei di condensazione, può produrre rovesci che circoscrivono o addirittura estinguono in parte l'incendio. Nelle regioni subtropicali, dove la condensazione è alimentata da una elevata umidità dell'aria, i pirocumuli possono trasformarsi in cumulonembi. In questo caso i fulmini generati dalla nube stessa rischiano di attivare nuovi focolai. I pirocumuli sono frequenti su tutte le zone battute da grandi incendi boschivi, come ampie aree del bacino Mediterraneo.



Come dimenticare l'immensa tempesta di sabbia che Imhotep scatenò contro O'Connell nel film del 1999 di Stephen Sommers "La Mummia"? Le tempeste di sabbia sono uno dei più violenti ma allo stesso tempo spettacolari fenomeni che la natura ci offre. Una vera e propria valanga di sabbia che calpesta tutto ciò che incontra, a volte purtroppo anche uomini. Per tempesta di sabbia s'intende un fenomeno meteorologico comune nelle regioni aride e semi-aride. Le tempeste di sabbia nascono quando forti raffiche di vento soffiano e sollevano la sabbia da una superficie asciutta. Il Sahara e le terre aride attorno alla penisola araba sono le principali sorgenti terrestri di tempeste di sabbia, ma si formano anche in Iran, Pakistan e India e Cina. Il principio che sta alla base della formazione delle tempeste di sabbia è semplice quanto banale. Quando la forza del vento passa sopra le particelle di sabbia, quest'ultime iniziano a vibrare, successivamente "saltano". Come le particelle rotolano sul terreno, allentano e rompono particelle più piccole di polvere che poi cominciano a viaggiare in sospensione. La siccità e il vento contribuiscono alla nascita di tempeste di sabbia, così come l'agricoltura povera e alcune pratiche di pascolo. L'agricoltura delle zone aride, come appena detto, è anche un'altra causa di tempeste di sabbia, dato che i contadini delle zone aride dipendono dalle piogge per innaffiare le colture, e si impegnano in lavori di mantenimento dell'umidità nel terreno. Queste pratiche rendono l'agricoltura delle zone aride vittime di tempeste di sabbia. Questi metodi vengono utilizzati dagli agricoltori nella parte orientale di Washington, nelle regioni aride. Una tempesta di sabbia può spostare intere dune di sabbia. Queste tempeste possono trasportare grandi quantità di sabbia, tanto che il bordo avanzante può apparire come un gigantesco solido muro di polvere, che può arrivare ad un chilometro e mezzo d'altezza. Il deserto del Sahara è una fonte di tempeste di sabbia, in particolare la depressione di Bodele e un'area che copre la confluenza di Mauritania, Mali e Algeria. I livelli di sabbia sahariana venuta fuori dalla costa orientale dell'Africa nel mese di giugno (2007) erano cinque volte quelli osservati nel giugno 2006, ed erano i più alti osservati dal 1999, abbastanza per raffreddare le acque dell'Atlantico sufficientemente per diminuire leggermente l'attività degli uragani alla fine del 2007.

## Progresso?

A cura di Arcangeli Luca

Eccoci dunque all'epilogo, più o meno agitato, di questo (scegliete voi l'aggettivo più adatto) anno scolastico.

Questo mio ultimo articolo capitolerà come una scure la mia carriera da giornalista meteorologo dilettante. I temi forti di oggi saranno: la lotta umana per l'adattamento della vita nei luoghi ostili ad essa e un esempio concreto di quando si dice che piove sul bagnato. Ora chiudete gli occhi della vita quotidiana e aprite quelli della fantasia ... Ops no, no, no, apriteli subito! Che cosa pensate di leggere altrimenti?? Si possono immaginare popolose città che vivono nel deserto del Sahara? Assolutamente no! Questo è un ossimoro bello e buono. Il deserto del Sahara è sempre stato l'emblema della poetica solitudine umana fatta realtà. Come può anche questo avamposto cadere e diventare terra fertile per la vita mondana? Che cosa manca al deserto per essere vivibile dall'uomo? L'acqua!

"Quello che alcuni uomini sono capaci di immaginare, altri saranno capaci di realizzare" disse un uomo.

Uno stravagante architetto, ambasciatore dell'UNESCO, ha progettato un'immensa macchina, a forma di foglia, in cui sul dorso avidi pannelli solari ricoprono la misteriosa invenzione. Grazie a l'energia solare che bagna i pannelli solari Ap Verheggen (l'inventore) ritiene che sarà sufficiente per far raffreddare e condensare l'umidità eventualmente presente nell'aria e trasferirla in acqua, o addirittura in ghiaccio.

Ma ora nella mia circoscritta conoscenza della materia, RISPETTO a ricercatori plurilaureati che lavorano per conto dell'UNESCO, un punto interrogativo mi bussa alla porta del castello della ragione: se il clima desertico è secco e conseguentemente molto povero di vapore acqueo dove si crede di acciuffare l'agognata umidità per trasformarlo in acqua?!

Di questo passo non sarà mai che un profetico geniaccio costruirà un marchingegno che farà la tramutazione dell'acqua in vino?

Ma fortunatamente questi non sono problemi che ci riguardano. Il problema per noi è sopravvivere.

## Regresso?

La teoria del complotto sulle scie chimiche sostiene che alcune scie di condensazione visibili nell'atmosfera terrestre sarebbero dei presunti agenti biologici o chimici, spruzzati in volo attraverso ipotetiche apparecchiature montate su aerei. Le scie di condensazione o scie di vapore sono nuvole artificiali di vapore acqueo che possono formarsi durante il passaggio degli aerei. Vi sono numerose versioni di tale teoria cospirazionista, che propongono le ipotesi più diverse; la più comune è quella secondo cui si tratterebbe di un "piano" di irrorazioni con ipotetiche sostanze climo-alteranti; nessuna di esse ha però mai portato alcuna prova oggettiva a supporto delle asserzioni personali dei loro vari fautori. Le scie che i sostenitori della teoria identificano come scie chimiche non hanno nessuna caratteristica che le renda incompatibili con le normali scie di condensazione che, in base alle condizioni atmosferiche e al traffico aereo, possono assumere aspetti eterogenei ed inconsueti. Il supposto rilascio di presunte "scie chimiche" non deve essere confuso con la tecnica detta cloud seeding (inseminazione delle nubi), che consiste nello spargere nuclei di condensazione nelle nubi per stimolare le precipitazioni piovose. Il comportamento delle presunte "scie chimiche", descritto dai complottisti come "bizzarro" o "inusuale" è in realtà sempre perfettamente coerente con il possibile comportamento di una scia di condensazione inoltre non sarebbe possibile che un aereo possa contenere al suo interno così tanto materiale chimico da generare una scia lunga centinaia di chilometri. La visione del cielo da parte di un osservatore a terra risente del fatto che a grande distanza e senza punti di riferimento l'immagine tridimensionale appaia in realtà sostanzialmente bidimensionale. Di conseguenza due scie che appaiono "affiancate" o "incrociate" possono essere in realtà distanti diverse centinaia di metri in verticale. Analogamente due aeromobili che appaiono vicini possono trovarsi molto distanti, quindi produrre scie differenti. In questa situazione del resto non è in alcun modo possibile stabilire l'esatta verticale di un aereo in base alla semplice osservazione. In aggiunta a questo, la semitrasparenza di scie e nuvole rende in molti casi praticamente impossibile dire se l'una è al di sopra dell'altra o viceversa. <http://youtu.be/q85LB6eKF4U>

## Meteo Svago (?)

A cura di Romano Rosario

La ionosfera è quella fascia dell'atmosfera nella quale le radiazioni del Sole e i raggi cosmici, provocano la ionizzazione dei gas dell'atmosfera. La ionosfera si estende fra i 60 e i 450km di altitudine ed ha una temperatura che va da poche centinaia di gradi Celsius, di notte, fino a 1200° C di giorno, variazione che dipende dall'esposizione alle radiazioni solari. La presenza dell'illuminazione solare, quindi, esercita una grande influenza sulle proprietà dei gas ionosferici, che, perciò, cambiano sensibilmente tra giorno e notte. Inoltre, le radiazioni penetrano nell'atmosfera a seconda della loro frequenza; quindi avremo la ionizzazione dei gas che cresce dagli strati più bassi, dove è minima, fino agli strati più alti e più esposti, dove è massima. Queste differenze di ionizzazione, quindi, creano diversi strati a quote differenti. Di giorno, perciò, ci saranno quattro strati ionizzati (dal più basso e debole, al più alto): lo strato D, lo strato E, lo strato F1 e lo strato F2; di notte, invece, rimangono solo gli strati E, ed l'F1 e l'F2 si uniscono in un solo strato F. Nella nostra vita comune, la ionosfera svolge un ruolo molto importante nelle telecomunicazioni, infatti, grazie alla sua ionizzazione, quando un'onda a radiofrequenza incide su uno strato ionosferico, questa può essere riflessa, al contrario di quanto accadrebbe nell'atmosfera "normale". Questa sua peculiarità, quindi, è sfruttatissima nel mondo delle telecomunicazioni, perché ci consente di diffondere segnali radio a lungo raggio! A volte, però, accade che questo sistema possa venire disturbato, e che, quindi, le nostre comunicazioni possano subire interferenze, proprio come avviene in una giornata durante la quale imperversa un forte temporale e i nostri cellulari non hanno "campo". Ma a cosa è dovuto ciò? La risposta risiede proprio nella natura ionica della ionosfera! Infatti, come abbiamo detto, la ionosfera è composta da gas ionizzati, perciò quando ci sono forti fenomeni elettromagnetici nell'atmosfera, questi influenzano la ionosfera e, di conseguenza, disturbano le nostre telecomunicazioni, proprio come accade quando c'è un temporale: i fulmini e le attività elettriche nell'atmosfera, interferiscono con il campo elettromagnetico dell'atmosfera e, di conseguenza, disturbano le comunicazioni radio. Molto più importante, poi, è il disturbo provocato dalle attività solari, che possono portare ad un'interruzione su scala geografica molto ampia, se non globale, delle comunicazioni radio, e disturbare anche le comunicazioni satellitari! Ciò avviene quando il Sole immette nello spazio grandi quantità di plasma (particelle ionizzate), dopo, ad esempio, un'eruzione solare. Quando questi gas ionizzati raggiungono la Terra, si insinuano nell'atmosfera e disturbano il campo elettromagnetico globale. Negli anni Ottanta, addirittura, in Quebec, vi fu un blackout dovuto proprio al vento solare! Il vento solare, però, non è solo portatore di disturbi ed interferenze alle telecomunicazioni, ma è anche causa di uno degli spettacoli più belli che si possano verificare in atmosfera: le aurore polari.

## Un mix scomodo, ma spettacolare!

Chiamata boreale o australe, a seconda dell'emisfero in cui si verifica, l'aurora è uno stupendo fenomeno ottico dell'atmosfera caratterizzato principalmente da bande luminose di vario colore e forma. Il fenomeno è causato dall'interazione di particelle cariche (protoni ed elettroni) del vento solare con la ionosfera. Tali particelle eccitano gli atomi dell'atmosfera che "diseccitandosi" in seguito emettono luce di varie lunghezze d'onda. A causa della geometria del campo magnetico terrestre, le aurore sono visibili in due ristrette fasce attorno ai poli magnetici della Terra. Le aurore visibili ad occhio nudo sono prodotte dagli elettroni, mentre quelle di protoni possono essere osservate solo con l'ausilio di particolari strumenti, sia da terra sia dallo spazio. L'origine dell'aurora si trova a 149 milioni di km dalla Terra, cioè sul Sole! La comparsa di un grande gruppo di macchie solari è la prima avvisaglia. Il vento solare viaggia con una velocità compresa tra i 400 e gli 800 km/s. Interagendo con il campo magnetico terrestre detto anche magnetosfera (una suddivisione della ionosfera), lo distorce creando una sorta di "bolla" magnetica, di forma simile ad una cometa. La magnetosfera terrestre funziona come uno scudo, schermando la Terra dall'impatto diretto delle particelle cariche (plasma) del vento solare. In prima approssimazione queste particelle "scivolano" lungo il bordo esterno della magnetosfera (magnetopausa) e passano oltre la Terra. In realtà, a causa di un complicato processo, il plasma del vento solare può penetrare dentro la magnetosfera e interagire con la ionosfera terrestre, depositando immense quantità di protoni ed elettroni nell'alta atmosfera, e dando luogo, in tal modo, al fenomeno delle aurore. È da notare che le zone artiche, possedendo una protezione magnetica minore, risultano le più esposte a questo fenomeno. I particolari colori di un'aurora dipendono da quali gas sono presenti nell'atmosfera, dal loro stato elettrico e dall'energia delle particelle che li colpiscono. L'ossigeno atomico è responsabile del colore verde e l'ossigeno molecolare per il rosso. L'azoto causa il colore blu. In fine, quindi, quando sentiremo che c'è una tempesta solare in arrivo, alla TV, non allarmiamoci, forse avremo un po' di difficoltà con i cellulari o con l'ADSL, ma guardiamo il lato positivo: ai poli ci saranno stupende aurore, e noi potremo fare una chiacchierata a quattrocchi, o due passi con i nostri amici che sicuramente ci può solo che fare del bene!

