

Cacciatori di nuvole

di Chiara Allevi, Nicola Cortesi, Andrea Invernizzi, Jenny Legramanti, Valentina Pavesi, Cristina Rivoltella, Patrizia Rivoltella

Volare fino al cuore del temporale, dove le ali cominciano a vibrare e la grandine martella sui vetri dell'aereo, sbalottato qua e là dal turbinio del vento. Poi azionare i bruciatori sotto la carlinga per "inseminare" le nuvole, e allontanarsi...

Impresa da folli? No, solo lavoro: è il mestiere dei "WEATHER-MODS", modificatori del tempo, piloti e meteorologi temerari che si sono posti l'obiettivo di dominare gli elementi, placare le tempeste, salvare i raccolti. Secondo un recente esperimento, condotto in Messico, la piovosità aumenta fino al 40%.

Per millenni le nuvole hanno rappresentato il

simbolo delle cose che cambiano. Che forma hanno? Tutte e nessuna, naturalmente: ognuna è diversa dalle altre; ognuna è unica, irripetibile, e assomiglia a molte cose senza coincidere con nessuna. Come si possono nominare, classificare e studiare se sono così sfuggenti? Da qui l'importanza, per la scienza del clima, di tentare di dare un nome, di cercare un'oggettività in qualcosa che è soggettivo. Luke Howard, giovane meteorologo che visse a cavallo tra Settecento e Ottocento, fu il primo, nel 1802, a dare un nome alle nuvole. Con questa geniale "invenzione" divenne una figura molto importante nel mondo scientifico, soprattutto tra gli studiosi dei climi.

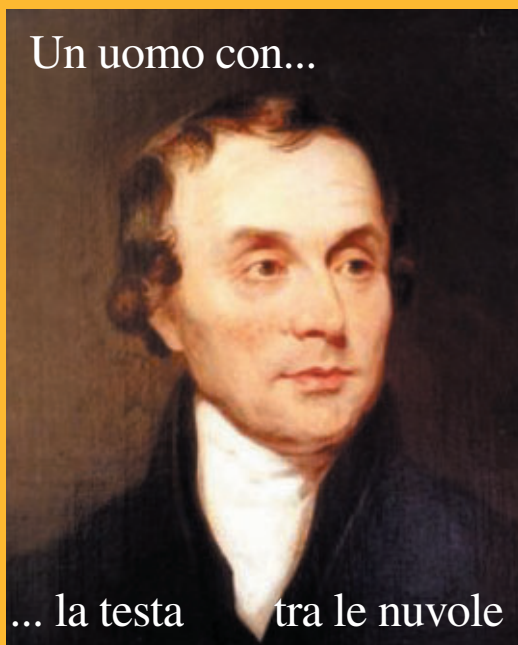
Non sono forse le nuvole che veleggiando trasportano i nostri sogni, soprattutto quando si è giovani? Non risiedono forse anche in una sola nuvola, le brame di un popolo assetato? In questo brano estratto dall'elaborato "Weather-Mods" (modificatori del tempo), i ragazzi - anzi, gli Autori - esprimono tutto lo stupore che deriva loro dallo studio delle nuvole e dalla scoperta che l'uomo è davvero in grado di provocare la pioggia, ma ciò grazie alla Scienza, non a riti o danze magiche. A questi ragazzi e alla loro insegnante di scienze va il plauso della redazione di "Green" per aver voluto approfondire la tematica dell'emergenza idrica planetaria e delle possibili soluzioni scientifiche, sensibilizzando anche le persone attorno a loro, grazie al bel documento che vi presentiamo che, pur avendo un livello scientifico giustamente commisurato al grado scolastico, funge da esempio per noi e per tutti i nostri lettori.

simbolo delle cose che cambiano. Che forma hanno? Tutte e nessuna, naturalmente: ognuna è diversa dalle altre; ognuna è unica, irripetibile, e assomiglia a molte cose senza coincidere con nessuna.

Come si possono nominare, classificare e studiare se sono così sfuggenti? Da qui l'importanza, per la scienza del clima, di tentare di dare un nome, di cercare un'oggettività in qualcosa che è soggettivo.

Luke Howard

Un uomo con...



... la testa tra le nuvole

Un giorno di dicembre del 1802, alle sei di sera, Luke Howard slegò il fascicolo di un manoscritto, depose con cura un rotolo di disegni acquerellati (riprodotti qui accanto) vicino alla sedia e si preparò a trattare un argomento molto particolare. Naturalmente non immaginava che quella sera gli avrebbe aperto le porte della celebrità, e quando si schiarì la voce e lesse il titolo della conferenza "Sulle modificazioni delle nubi" niente suggeriva che la sua vita stesse per cambiare.



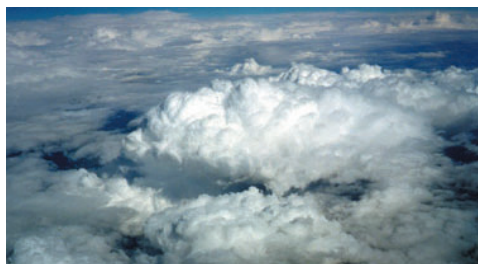
Luke Howard definì tre famiglie di nubi



Strati

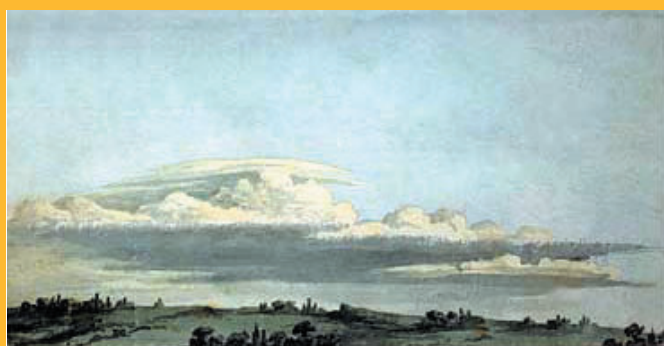


Cirri



Cumuli

Frecce nell'azzurro... Sono i maghi della pioggia



Nel 1887 Abercromby sorprese tutti dichiarando che le nubi raccontano sempre storie vere, ma difficili da leggere; conservano sempre gran parte del loro mistero. Luke Howard ci ha aiutato a comprenderle e ad apprezzarle... e continuiamo, quindi, ad ammirarle

“in movimento...là... all’orizzonte... magnifiche nubi”.

A conferma della grande importanza degli studi sulle nubi di Howard, di Renou, direttore dell’osservatorio francese, dello svedese Hildebrandsson, dell’osservatorio universitario di Uppsala, il 1896 fu dichiarato “Anno Internazionale delle Nuvole”.

Lo studio delle nuvole continua a fiorire in tutto il mondo, specialmente da quando la ricerca ha confermato che le nubi svolgono nella regolazione e nel mutamento del clima un ruolo anche maggiore di quanto si pensasse.

Oggi le nubi hanno assunto una funzione importantissima, basti pensare ai numerosi progetti che stanno mettendo in atto l’America, l’Au-



Cacciatori di nuvole



Piccoli di una scuola assistono alle spiegazioni. Tra poco voleranno con i "cacciatori di nuvole". Sull'ala sono ben visibili gli ugelli di scarico.

stria e alcuni Paesi Arabi. Gli obiettivi sono: - fornirsi di acqua dalle nubi provocando precipitazioni in terre molto aride (in Romania nel 2000 la siccità ha fatto 7 vittime e prodotto 300 milioni di dollari di danni); - impedire forti grandinate che rovinerebbero le colture o, al contrario, agire come "moderni maghi della pioggia" (a La Paz, in Bolivia, con una sola grandinata, nel 2003, sono morte 11 persone e crollate decine di edifici).

Evitare danni come questi è il sogno di molti meteorologi in diversi paesi del mondo. In Israele, da molti anni, una società a partecipazione statale si occupa di "far piovere" e, secondo alcuni studiosi, con grande efficacia: 5 000 000 m³ di acqua in più all'anno sono provocati dai piccoli aerei dei "maghi della pioggia". Circa trenta nazioni provano a manipolare il proprio tempo atmosferico.

Nome	Fluoruro d'argento	Formula	AgF
Peso molecolare	P.M. = 126,88 (Ag = 85,0% in peso)		
Aspetto	<p>Calcolo del contenuto in argento: dalla formula dell' AgF vediamo che la molecola contiene un'atomo di argento ed uno di fluoro quindi una mole di fluoruro di argento con peso molecolare pari a 126,88 peserà 126,88 g e conterrà una mole di argento (107,68 g). La percentuale d'argento sarà $107,68 \text{ g} / 126,88 \text{ g} \times 100 = 85,0 \%$ circa di Ag.</p> <p>In maniera simile si calcolano i contenuti percentuali in Ag degli altri alogenuri di seguito riportati. Gli alti contenuti in Ag spiegano l'elevato costo di questi composti.</p>		
Solubilità in acqua	Diversamente dagli altri alogenuri d'argento è molto solubile fino a 182 g / 100 mL a 15,5 °C. Si tratta di un sale molto igroscopico. È solubile anche in acido fluoridrico (HF), ammoniaca (NH ₃) e acetonitrile (CH ₃ CN).		
Preparazione	Si produce solitamente facendo reagire il carbonato di argento (I), Ag ₂ CO ₃ , con acido fluoridrico, HF, secondo la reazione: $\text{Ag}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + 2 \text{HF} (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{AgF} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$.		
Usi comuni	Viene utilizzato nell'industria chimica per preparare composti organici del fluoro per addizione ai legami multipli del carbonio (ad es. -C=C-) e per convertire i corrispettivi composti clorurati e bromurati in composti fluorurati. Usato anche come antisettico per uso topico.		
Tossicità	<p><i>Contatto:</i> causa bruciature per contatto con gli occhi e con la pelle.</p> <p><i>Inalazione:</i> causa bruciature al tratto respiratorio, risulta tossico, ma la sua tossicità è poco nota. L'inalazione può essere fatale a causa di spasmi, infiammazione, edema della laringe, dei bronchi e dei polmoni, polmonite chimica.</p> <p><i>Ingestione:</i> causa bruciature al tratto gastrointestinale. È tossico, ma la sua tossicità è poco nota, può causare nausea e vomito.</p> <p><i>Danni cronici:</i> può causare danni cronici a reni e fegato.</p> <p><i>Cancerogenicità:</i> attualmente non incluso negli elenchi dei prodotti cancerogeni.</p>		
Ecotossicità e rischi ambientali	Sono poco noti i dati ecotossici. È un composto corrosivo e per decomposizione in aria umida libera fluoro elementare (gas).		

Nome	Bromuro d'argento	Formula	AgBr
Peso molecolare	P.M. = 187,80 (Ag = 57,5% in peso)		
Aspetto	Solido pulverulento di colore giallo, inodore.		
Solubilità in acqua	Assai poco solubile, fino a 0,135 mg / L a 25 °C. Si scioglie in altri composti tra cui soluzioni concentrate di ammoniaca, o in soluzioni di cianuro di metalli alcalinoterrosi come il cianuro di sodio, NaCN e il cianuro di potassio, KCN.		
Preparazione	Si prepara solitamente facendo reagire una soluzione di nitrato di argento con una soluzione di bromuro di potassio (semplicemente mescolandole) o di un altro metallo alcalino-terroso, il sale insolubile precipita come solido: $\text{AgNO}_3 (\text{aq}) + \text{KBr} (\text{aq}) \rightarrow \text{AgBr} (\text{s}) + \text{KNO}_3 (\text{aq})$.		
Usi comuni	Fotografia. Antisettico per uso topico.		
Tossicità	<p><i>Contatto:</i> può causare irritazione per contatto con gli occhi e con la pelle.</p> <p><i>Inalazione:</i> la tossicità è poco nota.</p> <p><i>Ingestione:</i> tossico, può causare nausea e vomito. La tossicità è comunque poco nota.</p> <p><i>Danni cronici:</i> n.d.</p>		
Ecotossicità e rischi ambientali	Sono poco noti i dati ecotossici. Se immesso in ambiente può decomporsi e liberare acido bromidrico (tossico).		

Gli alogenuri d'argento

Questi composti sono dei sali formati da un metallo, l'argento (simbolo: Ag), e un alogeno. Tra gli alogeni troviamo il fluoro (F, in forma elementare di gas a temperatura e pressione ambiente), il cloro (Cl, gas), il bromo (Br, liquido) e lo iodio (I, solido). Gli alogenuri d'argento sono tutti fotosensibili e l'effetto prodotto su di essi dalla luce è alla base della fotografia in bianco e nero. Infatti quando si espone alla luce un alogenuro d'argento, questo metallo che ha numero di ossidazione +1, viene ridotto ad argento metallico con numero di ossidazione 0 e diventa nero.



Gli ugelli possono essere sistemati in varie posizioni del velivolo.

Ma i più temerari fra i cacciatori di nuvole sono i 7 piloti della Weather Modification, una società privata statunitense che riceve ogni anno un milione di dollari dallo stato dell'Oklahoma per tenere lontano grandine e siccità. In che modo? Disperdendo all'interno delle nubi ioduro d'argento, un sale che ha la proprietà di formare moltissimi nuclei di condensazione attorno ai quali il vapore acqueo della nuvola condensa in gocce di pioggia. La grandine non ha il tempo di formarsi, o se ci riesce, i chicchi rimangono piccolissimi.

Come avviene tecnicamente l'inseminazione delle nubi? Un radar individua e analizza in anticipo i sistemi nuvolosi che verranno inseminati. Una volta identificati quelli più "promettenti", generalmente i cumuli e cumulo-nembi, le informazioni vengono trasmesse ad un aereo sul quale è installato il dispositivo per l'inseminazione.

Circa venti minuti dopo lo svolgimento dell'operazione la pioggia cade.

Nome	Cloruro d'argento	Formula	AgCl
Peso molecolare	P.M. = 143,32 (Ag = 75,3% in peso).		
Aspetto	Solido pulvulento di colore bianco, si annerisce se esposto alla luce.		
Solubilità in acqua	1,93 mg / L a 25 °C. Si scioglie anche in altri composti tra cui soluzioni acquose di acido cloridrico (HCl) e di ammoniaca (NH ₃ , in soluzione come idrossido di ammonio, NH ₄ OH).		
Preparazione	Questo composto è presente sulla Terra in forma di minerale, la clorargirite, da cui si estrae l'argento. Può essere preparato chimicamente in maniera semplice, mediante reazione fra nitrato d'argento e una soluzione di cloruro di sodio, l'AgCl che si forma essendo solido precipita immediatamente: $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$.		
Usi comuni	L'insolubilità del cloruro d'argento in acqua è sfruttata a scopo analitico. Per determinare la presenza di cloruro nell'acqua si aggiunge nitrato d'argento e se il cloruro è presente, si ha intorbidamento e precipitazione di cloruro d'argento di colore bianco, secondo reazioni simili a quella sopra riportata. Serve per produrre l'elettrodo di riferimento per misurare il potenziale elettrico nelle reazioni di ossido-riduzione redox (pH-metri), pellicole e carta fotografica, decorazioni di vasellame di vetro, lenti fotocromatiche, argentatura, specchi, preparazioni antisettiche per uso topico a base di argento.		
Tossicità	<p><i>Contatto:</i> può causare irritazione per contatto con gli occhi e con la pelle.</p> <p><i>Inalazione:</i> causa irritazione del tratto respiratorio. La tossicità è poco nota.</p> <p><i>Ingestione:</i> può causare irritazione del tratto gastrointestinale. La tossicità è poco nota.</p> <p><i>Danni cronici:</i> n.d.</p> <p><i>Cancerogenicità:</i> attualmente non incluso negli elenchi dei prodotti cancerogeni.</p>		
Ecotossicità e rischi ambientali	Sono poco noti i dati ecotossici. Se immesso in ambiente può decomporsi e liberare gas di cloro (tossici).		

Nome	Ioduro d'argento	Formula	AgI
Peso molecolare	P.M. = 234,77 (Ag = 46,0% in peso)		
Aspetto	Solido pulvulento di colore giallo chiaro, inodore.		
Solubilità in acqua	Praticamente insolubile: 0,03 mg / L a 25 °C. Si scioglie prontamente in soluzioni calde di acido iodidrico (HI). Si scioglie in altri composti tra soluzioni di cianuri o ioduri di metalli alcalino-terrosi (es. KCN o KI, rispettivamente).		
Preparazione	Si prepara solitamente facendo reagire una soluzione di nitrato di argento con una soluzione di ioduro di potassio per semplice mescolamento, il sale insolubile precipita come solido: $AgNO_3(aq) + KI(aq) \rightarrow AgI(s) + KNO_3(aq)$.		
Usi comuni	Fotografia. Disinfettante per uso topico. Inseminazione delle nuvole (pioggia e neve artificiale, inibizione della grandine).		
Tossicità	<p><i>Contatto:</i> può causare irritazione per contatto con gli occhi e con la pelle.</p> <p><i>Inalazione:</i> può causare irritazione del tratto respiratorio. La tossicità è poco nota.</p> <p><i>Ingestione:</i> Si ritiene sia tossico, ma la tossicità è assai poco nota.</p> <p><i>Danni cronici:</i> n.d.</p>		
Ecotossicità e rischi ambientali	Sono poco noti i dati ecotossici. Se immesso in ambiente può decomporsi e liberare acido iodidrico (tossico).		