

Il seeing astronomico

di Jeffrey D. Beish - Association of Lunar and Planetary Observers
(A.L.P.O.)
(Rev.03 -Mar-2020)



Traduzione a cura di Vincenzo della Vecchia, Responsabile PNdR UAI

Dai primi istanti in cui un osservatore ha guardato il cielo notturno con un telescopio è stato evidente che la nostra atmosfera era tutt'altro che cristallina. Il cielo terrestre non è completamente trasparente e stabile come vorremmo che fosse. Gli osservatori esperti sanno bene che le correnti d'aria turbolente possono causare la sfocatura o il movimento delle immagini telescopiche nel campo dell'oculare. Poiché l'atmosfera terrestre si comporta come un fluido, possiamo considerarla uno strato d'acqua molto sottile. Immagina di trovarti sul fondo di un lago limpido a guardare la Luna! L'espressione "seeing astronomico" quantifica, o definisce qualitativamente, l'effetto che l'atmosfera ha sulla qualità dell'immagine.

Un cattivo seeing può rendere inutile una sessione osservativa, specialmente per gli osservatori planetari. Anche se le condizioni di seeing possono migliorare per brevi momenti durante i periodi di cattivo seeing, è opportuno prestare attenzione ai bollettini meteo. Solo perché le previsioni del tempo riportano cielo sereno, non significa che l'atmosfera sarà buona per l'osservazione.

Niente di tutto questo dovrebbe essere una sorpresa per chiunque abbia osservato attraverso un telescopio, anche la Luna. A volte, la Luna sembra nuotare nell'acqua o sopra una ciminiera! La nostra atmosfera rende a volte quasi impossibile osservare gli oggetti del Sistema Solare. Le parole di un grande osservatore di Marte, Gerard de Vaucouleurs dal suo libro **The Planet Mars**, dicono tutto:

"Non è esagerato dire che se, in estate, guardiamo la Luna quando si sta appena sollevando sopra il livello di una strada asfaltata che è stata riscaldata dal Sole tutto il giorno, avremo una buona immagine delle condizioni nelle quali gli osservatori di Marte generalmente si trovano. "

Parole che vengono dal cuore, e dall'esperienza. Parole riecheggiate senza dubbio da molti degli odierni osservatori di Marte. In primo luogo, uno sguardo alla composizione della nostra atmosfera, agli effetti che l'alta atmosfera ha sul seeing e uno studio della micrometeorologia aiuterà i lettori a comprendere gli effetti in vicinanza del suolo.

UN'ALTA ATMOSFERA TURBOLENTA

Flussi di aria calda e fredda che si mescolano e scorrono insieme causano turbolenza atmosferica. La maggior parte della turbolenza atmosferica distruttiva si verifica molto vicino alla superficie terrestre, fino a circa 15 km. Al di sopra di questa altitudine, l'atmosfera inizia a rarefarsi, e i flussi d'aria, o venti, tendono ad avere la stessa direzione, riducendo quindi gli effetti turbolenti di venti trasversali o violente correnti ascensionali. In altre parole, maggiore è l'altitudine, più stabile è il flusso d'aria.

La corrente a getto (*jet-stream*) è una cintura o fascia d'aria in rapido movimento da 15 km di altitudine, o più, che attraversa le medie latitudini degli Stati Uniti. In realtà, ci sono due correnti a getto. Una nell'estremo nord degli Stati Uniti e in Canada, e l'altra che si sposta a nord a sud attraverso il centro del nostro Paese. La corrente a getto tende a cambiare di latitudine stagionalmente e serpeggia attraverso il Paese come un fiume di acqua turbolenta.

L'aria ad altitudini al di sopra o al di sotto della corrente a getto può essere calma e fluire stabilmente in una direzione, ma la corrente a getto non scorre sempre sullo stesso percorso del flusso d'aria circostante. I venti verticali, in questa circostanza, provocano un peggioramento del seeing. Inoltre, il bordo meridionale della corrente a getto conterrà spesso formazioni di ghiaccio o cirri che tendono a volte a migliorare il seeing, o a farlo peggiorare altre volte. Cirri irregolari e disturbati non sono un buon segno. I cirri, o "code di cavallo" come vengono spesso denominati (v. fig. sotto), sono solitamente strisce uniformi che indicano un flusso d'aria regolare. Tuttavia, la regione limpida appena a nord di questa fascia di cirri può essere molto turbolenta.



Figura 1 Cirrus uncinus, in genere associati a buon seeing

Queste correnti d'aria o "correnti termiche" fanno sì che la luce stellare apparente cambi direzione e intensità. Poiché la densità dell'aria varia con la temperatura e l'indice di rifrazione dell'aria dipende dalla densità dell'aria, la luce delle stelle non la attraversa senza interferenze. Le correnti termiche nell'aria hanno un effetto simile a migliaia di lenti che fluttuano in essa.

Le correnti termiche atmosferiche variano anche la quantità di luce stellare che le attraversa (estinzione atmosferica). La fluttuazione casuale di intensità della luce stellare che passa attraverso l'atmosfera è denominata "scintillazione". Si possono facilmente vedere gli effetti dello scintillio alzando lo sguardo di notte subito dopo un fronte freddo e vedere la stella scintillare e cambiare colore. La rifrazione all'interno delle celle termiche fa anche cambiare rapidamente il colore dell'oggetto. L'altitudine influisce anche sul seeing astronomico a causa dell'aumento dell'airmass (*lo spessore dello strato d'aria attraversato, N.d.T.*).

IL PARTICOLATO ATMOSFERICO PROVOCA TURBOLENZA

L'inquinamento atmosferico influisce anche sul seeing. L'osservazione in grandi aree industriali sarà caratterizzata da diversi tipi di particelle e polveri che circolano a quote inferiori. Queste particelle immagazzinano calore e causano correnti termiche. Tuttavia, i maggiori inquinanti non sono prodotti dall'uomo; i vulcani sono noti distruttori del seeing astronomico. A partire dall'eruzione del Monte. St.

Helens (Stati Uniti nord-occidentali) all'inizio degli anni '80, El Chichon (Messico) qualche tempo dopo e la recente eruzione di Pinatubo (Filippine) nel 1991, vediamo come questi fenomeni naturali possono limitare le osservazioni di chi osserva dalle regioni equatoriali della Terra. Quel cielo rosso intenso al crepuscolo può essere bellissimo; tuttavia, questo indica che l'alta atmosfera è piena di particelle che ostacolano i flussi d'aria ed hanno effetto sul seeing. Queste particelle di polvere ricadono sulla Terra in breve tempo; però, diversi composti chimici attivi rimangono nell'alta atmosfera per mesi, anche anni, per ridurre la trasparenza e la visibilità.

Le tempeste di polvere nei deserti africani possono anche causare problemi al seeing, in alcune parti degli Stati Uniti sudorientali. Quando ciò accade, una foschia polverosa copre l'intero cielo per settimane e il seeing cola a picco, per così dire.

Tutte le condizioni di cui sopra fanno sì che la luce delle stelle oscilli nel cielo, o scintilli, e si sfocia, facendole apparire più grandi di quanto non siano realmente. Nei telescopi più piccoli queste fluttuazioni sembrano spostare le immagini delle stelle o far saltellare le immagini planetarie. Negli strumenti più grandi, l'immagine tende a sfocarsi.

Nel caso dei piccoli strumenti, le dimensioni apparenti di queste "celle di turbolenza" o "correnti termiche" sono più vicine all'angolo apparente dell'oggetto che vediamo sul piano focale del telescopio. Tuttavia, in strumenti più grandi la dimensione angolare dell'immagine è maggiore, quindi queste stesse "celle di turbolenza" disturbano zone diverse all'interno dell'immagine. Quindi l'immagine del pianeta può espandersi, contrarsi o sfocarsi.

C'è qualche controversia nella comunità scientifica sulla causa principale dell'inquinamento atmosferico. Alcuni dichiarano che la Terra è in grave pericolo a causa dei macchinari dell'uomo e altri dicono che non è così. Coloro che ignorano quello che le eruzioni vulcaniche o le tempeste di sabbia africane possono o non possono fare per la nostra atmosfera dovrebbero uscire e guardar su, a volte. Magari guardare con un telescopio!

ALTRE CAUSE DI CATTIVO SEEING

In passato diversi osservatori planetari esperti si sono lamentati con me del cattivo seeing di casa loro. A quel tempo non c'era motivo di dubitare di questi osservatori, e mi venne in mente di chiedere dove fosse posizionato il loro telescopio per l'osservazione. Inevitabilmente mi veniva detto che il loro telescopio di solito veniva portato fuori da un garage su un vialetto asfaltato per osservare. Questa è probabilmente la superficie peggiore su cui installare un telescopio perché appena arrivato il buio, inizia a raffreddarsi, facendo ribollire l'aria nei pressi della superficie per ore e ore. Quando ho consigliato loro di spostarsi sull'erba, le loro lamentele per il cattivo seeing sono scomparse.

Per la maggior parte della nostra vita abbiamo poca scelta nella selezione di un sito di osservazione. Dobbiamo provvedere alla nostra famiglia e andare dove c'è il lavoro, trovare alloggi disponibili, fare acquisti, trasporti, ecc. E questo di solito significa vivere in grandi aree metropolitane. Anche se le nostre scelte sono limitate, di solito possiamo rendere la nostra casa un luogo migliore da cui osservare seguendo alcune regole nello studio della micrometeorologia. Si tratta dell'atmosfera a pochi metri dal suolo. Uno studio del nostro microclima è importante per determinare quali ostacoli si trovano nelle vicinanze, responsabili della turbolenza vicino ai nostri telescopi.

MICROMETEOROLOGIA

La micrometeorologia è lo studio dell'atmosfera dalla superficie fino a pochi metri di altezza. Non possiamo fare molto per l'atmosfera, ma abbiamo un certo controllo sulla posizione del nostro sito di

osservazione. L'atmosfera terrestre è composta da gas, principalmente azoto, ossigeno e vapore acqueo - e non è invisibile [Munn, 1966].

I vapori gassosi hanno massa e talvolta possono sembrare fluidi; soprattutto nel sud della Florida, dove a volte l'umidità raggiunge quasi il 100%. L'umidità relativa è una misura della quantità di umidità presente nell'aria e indica a che punto l'aria diventerà nebbiosa o torbida. I meteorologi chiamano questo punto o condizione il "punto di rugiada".

Più vicino alla superficie terrestre ci sono ostacoli, come montagne, colline, laghi, alberi, edifici, ecc., che ostacolano flusso d'aria e sono una delle principali cause di cattivo seeing. Sì, anche gli alberi possono influenzare il seeing e alcuni più di altri. Ne parleremo più tardi.

Quando si sceglie un sito di osservazione è importante selezionare un'altura, se possibile. Il flusso d'aria è meno turbolento sulle colline che nelle valli. Inoltre, l'osservazione dal lato sottovento di un lago può essere interessante (il lato sottovento è dove il vento soffia dall'acqua verso l'osservatore). Le condizioni di visibilità sono decisamente migliori sul lato sottovento del lago o sulla costa dove il flusso d'aria tende ad essere quasi saturo e più spesso provocherà un'inversione termica sulle zone costiere. Quando si verifica questa condizione, si formerà una nebbia sul terreno e l'aria sopra sarà meno turbolenta. Tuttavia, l'aria che fluisce dalla terraferma tende a essere più turbolenta.

La circolazione dell'aria sull'oceano e sulle coste nelle zone costiere è molto complessa e sfida qualunque spiegazione semplice o breve. Tuttavia, è ben noto a coloro che vivono vicino alle zone costiere che il seeing astronomico può essere eccellente, fornendo a volte le migliori condizioni per l'osservazione telescopica. Anche le condizioni vicino alla costa cambiano drasticamente con le stagioni. Questo è un altro argomento molto complesso e pertanto lo tralascieremo.

La stessa cosa accade vicino a edifici che si trovano vicino a laghi o montagne. Il vento potrebbe non soffiare intorno al telescopio come dietro casa, ma il seeing ne risentirà. Il tetto a punta e il calore che sale dalla casa provocano correnti turbolente che alterano il flusso d'aria sopra il telescopio. Basta spostare il telescopio dall'altra parte, lontano dal lato "sottovento" e il seeing migliora.

Gli alberi irradiano calore ed emettono vapori al calar della notte, rovinando così l'aria immediatamente sopra di loro. I pini sono tra i peggiori colpevoli, e chi scrive evita di installare un telescopio in una pineta densamente popolata. Il problema nelle foreste non è così semplice come affermato in precedenza. La forza principale che disturba l'aria sopra la foresta proviene dalla circolazione dell'aria verticale all'interno degli alberi. Inoltre, nelle pinete, lo spesso strato di biomassa che immagazzina calore (aghi di pino morti) rilascia pennacchi di calore dopo il tramonto. Combinato con il flusso d'aria ascendente e discendente, questo calore provoca molta turbolenza al di sopra degli alberi. Tuttavia, non tutto è perduto per chi abita vicino agli alberi. Una foresta può essere utile per l'osservazione telescopica diurna. È risaputo tra i piloti di alianti che l'aria sopra una foresta è calma durante il giorno, dando luogo al suggerimento che il seeing possa essere buono durante le ore diurne sopra questi alberi.

NOTA strato limite: in generale, uno strato d'aria adiacente a una superficie di separazione. In particolare, il termine più spesso si riferisce allo **strato limite planetario (planet boundary layer, PBL)**, che è lo strato all'interno del quale gli effetti dell'attrito sono significativi. Per la Terra, questo strato è considerato approssimativamente estendersi per uno o due chilometri dal suolo. È all'interno di questo strato che le temperature sono più fortemente influenzate dall'insolazione diurna e dal raffreddamento radiativo notturno, e i venti sono influenzati dall'attrito con la superficie terrestre. Gli effetti dell'attrito si estinguono gradualmente con l'altezza, quindi la "sommità" di questo strato non può essere definita esattamente.

C'è uno strato sottile immediatamente sopra la superficie terrestre noto come *strato limite superficiale* (o semplicemente strato superficiale). Questo strato è solo una parte dello strato limite planetario e

rappresenta lo strato entro il quale gli effetti di attrito sono più o meno costanti (invece di diminuire con l'altezza, come fanno sopra di esso). Lo strato limite superficiale ha uno spessore di circa 10 metri, ma ancora una volta l'estensione esatta è indeterminata. Come l'attrito, gli effetti dell'insolazione e del raffreddamento radiativo sono più forti all'interno di questo strato.

Riferimenti:

Munn, **Descriptive Micrometeorology**, Advanced in Geophysics, supplemento 1, 1966. LCCCN 65-26406, Academic Press, 111 Fifth Ave., New York 10003.