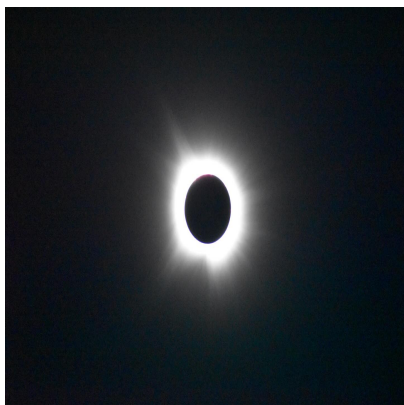




## Eclissi di Sole

### Descrizione

#### Eclissi di Sole

Per capire davvero cosa accade durante una eclisse di Sole, proviamo a immaginare per un istante una Terra ferma, immobile nello spazio, mentre tutto il resto le ruota attorno a velocità diverse. È una semplificazione brutale, ma è utile: ci aiuta a descrivere i movimenti celesti così come li vediamo dal nostro punto di osservazione.

Questi moti sono regolari e prevedibili e per secoli l'umanità ha creduto fosse il cielo a muoversi attorno a una Terra immobile. In un certo senso, l'intuizione non era del tutto ingenua: nessuna osservazione diretta ci ha mai mostrato la Terra muoversi rispetto a uno spazio assoluto. Il celebre esperimento di Michelson e Morley, nel 1887, fu concepito proprio per misurare quel moto attraverso il presunto "etere" cosmico, e diede un sorprendente risultato negativo. Da quel fallimento nacque una grande rivoluzione scientifica: la velocità della luce venne riconosciuta come costante universale, aprendo la strada, pochi anni dopo, alla teoria della relatività.

Il moto assoluto della Terra nello spazio non è mai stato visto in presa diretta, il suo moto di rivoluzione attorno al Sole è oggi dimostrato da prove osservative indirette: l'aberrazione della luce stellare, scoperta da Bradley nel 1727, e la parallasse stellare, misurata per la prima volta da Bessel nel 1838. Paradossalmente, il fatto che la Terra non sia piatta è a sua volta dimostrato da una quantità enorme di prove alla portata di chiunque: dalle navi che scompaiono all'orizzonte, scafo prima e vela dopo, alle ombre diverse misurate da Eratostene ad Alessandria e Siene già nel III secolo a.C. o la diversa posizione del Sole nei punti diversi del pianeta allo stesso orario (basta una chiamata ad un amico che si trovi a una longitudine diversa). I terrapiattisti, insomma, si scontrano con un'evidenza sperimentale schiacciante, molto più solida di quella che per secoli mancava a sostegno del moto della Terra attorno al Sole, prima che Bradley e Bessel la fornissero definitivamente, dando torto a Tolomeo e ragione a Copernico.

#### Perché avviene un'eclissi di Sole

Un'eclissi solare si verifica quando la Luna si interpone tra la Terra e il Sole, proiettando la propria ombra sul nostro pianeta. È un allineamento fortuito e precisissimo, possibile solo al novilunio, quando la Luna ci mostra il suo volto non illuminato: il celebre "dark side of the Moon", che non è affatto il lato che non vediamo mai (quello, semmai, si chiamerebbe "lato nascosto"), ma semplicemente la faccia che ci mostra sempre ma che, in quel momento, si trova in ombra.

La vera magia dell'eclissi nasce da una coincidenza cosmica quasi perfetta: il Sole ha un diametro circa 400 volte più grande di quello della Luna, ma si trova anche a una distanza circa 400 volte maggiore. Le due proporzioni praticamente si compensano e il risultato è che, visti dalla Terra, Sole e Luna hanno quasi lo stesso diametro apparente in cielo.

Quel "quasi" non è un dettaglio trascurabile: è sempre un'approssimazione, mai un'uguaglianza esatta. Le orbite di Terra e Luna sono ellittiche, non circolari: la distanza Terra-Luna varia tra perigeo e apogeo, e quella Terra-Sole tra perielio e afelio. Per questo i due dischi, in cielo, non coincidono mai perfettamente. A volte la Luna, più vicina, appare leggermente più grande del Sole e lo copre del tutto: è l'eclissi totale, con la corona visibile tutt'intorno. Altre volte, più lontana, appare leggermente più piccola, e resta scoperto un sottile anello di luce diretta: è l'eclissi anulare, meno spettacolare perché il cielo non si oscura del tutto e la corona resta invisibile, sovrastata dalla luce solare residua. Se il nostro satellite fosse, in media, sensibilmente più piccolo, più grande, più lontano o più vicino di quanto è, la quasi perfezione della totalità non esisterebbe mai.

Osservando il cielo, a causa della giornaliera rotazione terrestre, vediamo Sole e Luna spostarsi verso ovest, dove tramontano. Tuttavia, se la Terra non ruotasse o, per la nostra sopravvivenza, se prendessimo a riferimento lo sfondo delle "stelle fisse", ci accorgeremmo che sia il Sole sia la Luna sembrano spostarsi nel cielo verso est: per il Sole è un moto fittizio, il riflesso apparente della rivoluzione annuale, reale, della Terra attorno ad esso; per la Luna è invece un moto mensile reale, il suo effettivo giro in orbita attorno alla Terra. In ogni caso, il moto della Luna è molto più veloce: compie il proprio giro in circa 27,32 giorni (il mese siderale), contro i 365,242 giorni che il Sole impiega ad apparire di nuovo nello stesso punto rispetto alle stelle (l'anno solare). Il risultato è che, circa ogni 29,53 giorni, il cosiddetto mese sinodico, quello che scandisce il ritorno del novilunio, il disco lunare "raggiunge e sorpassa" quello solare, muovendosi da ovest verso est. È proprio nel momento del sorpasso, quando l'allineamento è perfetto, o quasi, che si ha una eclissi.

### **Perché non avviene ogni mese**

Il motivo per cui, pur passando la Luna davanti al Sole a ogni novilunio, non assistiamo a un'eclissi ogni mese è che l'orbita lunare è inclinata di circa 5° rispetto al piano dell'orbita terrestre, l'eclittica. Quasi sempre, dunque, l'ombra della Luna passa un po' sopra o un po' sotto la Terra, mancando il bersaglio.

Proviamo comunque a immaginare la scena da lontano: a ogni novilunio, il cono d'ombra della Luna punta sempre verso una regione di spazio vicina alla Terra, ma colpisce davvero la superficie del pianeta solo quando la Luna, in quel momento, si trova anche in prossimità di uno dei due punti in cui la sua orbita inclinata incrocia l'eclittica: i cosiddetti "nodi lunari". Per questo le eclissi restano eventi rari e preziosi: l'ombra della Luna deve cadere proprio là dove viviamo, non più sopra o più sotto, ma non sempre lo fa.

## Ogni quanto avvengono: il ciclo di Saros

Le condizioni per un'eclissi si ripresentano con un ritmo affascinante e antichissimo: il ciclo di Saros, lungo 18 anni, 11 giorni e 8 ore, il tempo necessario perché Sole, Terra e Luna tornino in una configurazione geometrica quasi identica, producendo un'eclissi gemella della precedente. Questo significa che un'eclissi si ripete con caratteristiche molto simili, stesso tipo (totale, anulare, parziale), simile durata, un Saros dopo. Il ciclo di Saros è probabilmente la scoperta astronomica pratica più antica e più elegante mai fatta senza l'uso di telescopi.

Le famose 8 ore in più rispetto ai 18 anni e 11 giorni netti sono il dettaglio cruciale: corrispondono a un terzo di giorno, quindi ogni eclissi successiva dello stesso ciclo avviene circa 8 ore dopo, cioè in un punto della Terra spostato di circa  $120^\circ$  di longitudine verso ovest. Per questo la stessa identica eclissi, visibile circa dallo stesso luogo, si ripropone solo dopo tre Saros, ovvero circa 54 anni, un periodo chiamato exeligmos.

Il Saros nasce dall'incontro quasi perfetto di tre diversi periodi con cui si può misurare il movimento della Luna:

Il mese sinodico (29,53 giorni): il tempo tra due noviluni successivi, necessario perché ci sia allineamento Sole-Luna-Terra.

Il mese draconico (27,21 giorni): il tempo tra due passaggi della Luna per lo stesso nodo della sua orbita (i punti in cui l'orbita lunare, inclinata di circa  $5^\circ$  rispetto a quella terrestre, attraversa il piano dell'eclittica), necessario perché l'allineamento avvenga vicino a un nodo, condizione indispensabile per un'eclissi.

Il mese anomalistico (27,55 giorni): il tempo tra due passaggi della Luna al perigeo, che influenza la dimensione apparente della Luna e quindi se un'eclissi sarà totale o anulare.

Il calcolo è sorprendente: 223 mesi sinodici ≈ 239 mesi anomalistici ≈ 242 mesi draconici ≈ 6.585,3 giorni.

Il merito storico va ai caldei/babilonesi, che nell'ultimo millennio a.C. tenevano registri astronomici meticolosi (le tavolette di argilla) su centinaia di anni. Osservando pazientemente le date delle eclissi nel tempo, soprattutto quelle lunari, notarono empiricamente che si ripetevano a intervalli regolari, senza comprenderne la causa geometrica in termini moderni, ma abbastanza da poterle prevedere.

Il nome Saros fu in realtà attribuito (erroneamente, per un fraintendimento di un termine babilonese diverso) da Edmond Halley nel XVIII secolo, che lo prese da Suda, un'enciclopedia bizantina medievale. Il termine bizantino, a sua volta, derivava da una parola sumero-accadica che indicava un numero (3600), non il ciclo stesso, ma l'etichetta è rimasta ed è entrata nell'uso astronomico moderno.

Il calcolo moderno del Saros si fa oggi confrontando con precisione i tre periodi lunari sopra citati tramite l'osservazione ed effemeridi moderne, ma il principio resta lo stesso intuito empiricamente dai babilonesi: contare, con pazienza, quando il cielo si ripete.

## Totale, parziale, nulla: perché cambia da zona a zona

La Luna è piccola e la sua ombra è stretta: non può coprire tutto il pianeta in una volta. Nella fascia di totalità, ristretta a poche centinaia di chilometri, il Sole viene oscurato completamente e il cielo si fa scuro come al crepuscolo (perché arriva comunque ancora un po' di luce dalle pur lontane zone in cui l'eclissi è solo parziale). In cielo si osserva, a occhio nudo, un disco nero (la Luna) che copre il Sole, ma la cui corona è osservabile in maniera spettacolare.

Dalle zone circostanti si osserva un'eclissi parziale, perché il disco lunare è decentrato rispetto a quello solare e non tutta la luce del Sole è intercettata dalla Luna.

Altrove non si vede nulla, perché l'ombra della Luna non arriva.

È un po' come puntare una torcia verso una parete: solo una piccola area riceve l'ombra piena (l'umbra), attorno si forma una zona di penombra più sfumata, mentre oltre resta solo la luce piena.

## Cosa si vede dalla Terra? e cosa dallo spazio

Da terra, vedremo il Sole trasformarsi in una falce sempre più sottile verso est, fino a scomparire dietro il bordo della Luna che lo sta sorpassando, per poi ricomparire pian piano verso ovest. Durante i minuti di totalità apparirà la corona solare: un alone bianco e sottilissimo, normalmente invisibile perché sovrastato dalla luce del Sole diffusa nell'atmosfera.

Se si ha fortuna, può capitare di osservare anche rosse eruzioni solari.

Dallo spazio, gli astronauti vedrebbero invece una macchia scura scivolare sulla superficie terrestre: l'ombra della Luna in movimento. Guardando direttamente il Sole, inoltre, vedrebbero corona e stelle anche in pieno giorno, perché l'atmosfera non può diffondere la luce solare e a nascondere il resto del cielo, proprio come i fari di un'auto che si spargono su un parabrezza sporco, accecandoci, mentre su una strada senza polvere il fascio resterebbe netto e potremmo vedere anche ciò che circonda l'auto, come quando il parabrezza è pulito.

## I pericoli per la retina

Guardare il Sole senza protezioni è estremamente pericoloso, anche quando è quasi del tutto coperto. La retina non possiede recettori del dolore: il danno, la cosiddetta retinopatia solare, può verificarsi senza che ce ne accorgiamo, in pochi secondi, e spesso è permanente.

Come osservare in sicurezza:

- usare esclusivamente occhiali certificati ISO 12312-2;
- non usare occhiali da sole, vetri affumicati o pellicole fotografiche: non filtrano a sufficienza i raggi infrarossi e ultravioletti;
- usare telescopi e binocoli solo con filtri solari professionali applicati davanti all'obiettivo;
- solo durante i minuti della totalità piena è possibile guardare verso il Sole a occhio nudo, in sicurezza, e solo in quei minuti.

Se non si ha a disposizione alcuna protezione, è comunque possibile osservare l'eclissi parziale in maniera indiretta: è sufficiente forare un foglio di carta, la luce solare lo attraverserà proiettando la

propria immagine su un qualsiasi schermo posto nella parte opposta.

Un effetto divertente Ã quello di avere piÃ¹ fori, come quelli di uno scolapasta: sullo schermo di osserveranno tante immagini quanti saranno i fori.

Se il meteo Ã clemente, preparate gli occhiali certificati, andate dove Ã prevista una eclissi! e lasciate che il cielo vi sorprenda.

## Quando sarÃ la prossima eclisse

Dopo quella del 12 agosto 2026, la prossima eclissi totale visibile dall'Europa arriverÃ il 2 agosto 2027: la fascia di totalitÃ attraverserÃ la Spagna meridionale (l'area tra Cadice e Gibilterra), il Nordafrica e il Medio Oriente, fino a raggiungere una durata record di oltre sei minuti nei pressi di Luxor, in Egitto: una delle eclissi totali piÃ¹ lunghe del secolo.

## Eclissi storiche, miti e presagi

Le eclissi hanno accompagnato la storia umana ben prima che ne comprendessimo la meccanica, e quasi ogni civiltÃ ha costruito un racconto per spiegare quell'oscuritÃ improvvisa.

Nel 585 a.C., un'eclissi totale interruppe una battaglia tra Medi e Lidi lungo il fiume Alys: i soldati, terrorizzati dal buio improvviso in pieno giorno, deposero le armi e firmarono la pace. Erodoto racconta che l'evento era stato previsto dal filosofo Talete di Mileto. Se l'aneddoto Ã autentico, sarebbe la prima predizione scientifica di un'eclissi giunta fino a noi.

Presso i Babilonesi e gli Assiri, in previsione di eclissi ritenute minacciose per il sovrano, si praticava talvolta il rito del "re sostituto" (Åjar puhî): un uomo veniva incoronato temporaneamente al posto del re, per attirare su di sÃ© la sventura predetta dagli astri.

Nella tradizione cinese, l'eclissi era il momento in cui un drago celeste divorava il Sole: si battevano tamburi e gong per spaventarlo e costringerlo a "restituirlo" al cielo. Un'usanza che, in forme diverse, sopravvive ancora oggi in alcune celebrazioni popolari.

Nella mitologia norrena, erano i lupi Sköll e Hati a inseguire e talvolta raggiungere il Sole e la Luna nel cielo, provocando le eclissi come anticipazione del Ragnarök, la fine del mondo.

Nel Medioevo europeo, le eclissi erano lette quasi sempre come presagi funesti: cronache dell'epoca le associano a morti di sovrani, guerre imminenti o carestie. Un linguaggio simbolico che il cielo, in realtÃ , non ha mai parlato.

Nel 1919, un'eclissi totale osservata dall'isola di PrÃncipe al largo delle coste dell'Africa occidentale e in Brasile permise all'astronomo Arthur Eddington di misurare la deviazione della luce delle stelle attorno al Sole, prevista dalla relativitÃ generale: fu la prima conferma sperimentale della teoria di Einstein, e lo rese una celebritÃ mondiale nel giro di poche settimane.

## Altre curiositÃ

Negli ultimissimi secondi prima e dopo la totalitÃ , la luce del Sole filtra tra le valli del profilo lunare creando le cosiddette "perle di Baily", e un istante di luce intensissima concentrata in un punto

solo: l'anello di diamante.

L'elemento elio fu scoperto proprio osservando lo spettro della corona solare durante un'eclissi, nel 1868, anni prima di essere individuato sulla Terra. Il suo nome deriva non a caso da *Helios*, il Sole.

Durante la totalità la temperatura può scendere di alcuni gradi in pochi minuti e molti animali reagiscono come se fosse calata la sera.

La Luna si allontana dalla Terra di circa 3,8 cm all'anno: tra centinaia di milioni di anni sarà troppo lontana per coprire interamente il disco solare e le eclissi totali smetteranno per sempre di esistere.

La parola "disastro" viene dal greco/latino *dis-astro*, "cattiva stella": un'eredità linguistica diretta di quando i fenomeni celesti inspiegabili venivano letti come presagi.

**Riccardo Agresti**

per la foto si ringrazia Stefano Agresti

*L'agone 2024*