



Ventitré gradi e mezzo

Geometria della rotazione della Terra e dei suoi effetti sull'insolazione del pianeta

Sembra che sia stato Parmenide a intuire per primo che la Luna non brilla di luce propria, ma della luce riflessa del Sole. Nel suo libro *Il mondo di Parmenide* (Piemme, 1998), Karl Popper considera questa scoperta come la scintilla che portò alla nascita della filosofia dell'essere. Capendo infatti che le fasi lunari non dipendono da cambiamenti interni della Luna, ma sono solo apparenze esterne prodotte dal suo movimento e dalla luce del Sole, Parmenide ne avrebbe infatti dedotto che dietro al mutevole divenire della Luna, e più in generale di tutte le cose, si nasconde uno stabile e immutabile essere.

Parmenide visse attorno al 500 a.C., e bastarono tre secoli per trasformare le sue timide anticipazioni in una sofisticata teoria dei moti celesti. Lo testimonia il poema *Ermete* del matematico Eratostene, che morì verso il 200 a.C. In un frammento dell'opera il dio si eleva in cielo, e osservando dall'alto la Terra la vede divisa in cinque zone astronomiche: la zona torrida attorno all'equatore, le due calotte polari gelate, e le due zone temperate intermedie.

Per definire le cinque zone in maniera precisa è necessaria una conoscenza dettagliata dei moti apparenti del Sole, che non sono affatto banali. A prima vista sembra infatti che esso si limiti a girare giornalmente in cerchio attorno alla Terra. Ma durante l'anno ci si accorge che l'orbita circolare si muove nel cielo, alzando e abbassando il percorso del Sole a seconda delle stagioni.

Agli inizi Anassagora immaginò che il piano dell'orbita giornaliera del Sole si muovesse parallelamente a se stesso in su e in giù nel corso dell'anno, come un soffiato. Ma Aristarco ebbe un'intuizione molto più precisa e capì che ci si poteva ridurre alla combinazione di due moti: un percorso annuale del Sole attorno a un centro, accoppiato a un percorso giornaliero del centro attorno alla Terra. E i due percorsi avvenivano su due piani inclinati fra loro di un angolo di circa 23 gradi e mezzo (più precisamente, $23^{\circ}27'$): un valore che si può facilmente determinare dividendo per due l'angolo formato dall'altezza massima e minima del Sole ai due solstizi.

Aristarco notò anche che, ponendosi dal punto di vista del Sole, il tutto si poteva riformulare in maniera equivalente dicendo che la Terra compie un percorso annuale di rivoluzione attorno al

Sole e un percorso giornaliero di rotazione attorno a se stessa. E che l'asse di rotazione è inclinato di circa 23 gradi e mezzo rispetto al piano dell'orbita, chiamato eclittica.

Se l'asse di rotazione fosse perpendicolare all'eclittica, la zona torrida si ridurrebbe al solo equatore, dove il Sole sarebbe a perpendicolo a mezzogiorno di ogni giorno dell'anno, mai altrove. Le calotte polari invece sarebbero ristrette ai circoli polari, individuati dalle tangenti tirate dal Sole alla Terra: ovvero dai confini estremi del cono d'ombra terrestre. Sulle calotte il Sole non tramonterebbe mai, dovunque il giorno sarebbe più lungo della notte: sempre con la stessa durata, senza solstizi o equinozi, né stagioni.

A causa dell'inclinazione dell'asse terrestre, invece, i paralleli su cui il Sole raggiunge gli estremi del suo percorso si situano a circa 23 gradi e mezzo dall'equatore: si chiamano Tropic del Cancro a nord e Tropic del Capricorno a sud, e determinano gli estremi della zona torrida in cui il Sole si vede a perpendicolo almeno una volta l'anno. Il che succede due volte, a distanza temporale diversa: da due giorni consecutivi ai tropici, a cavallo di uno dei solstizi, a sei mesi di distanza all'equatore, agli equinozi (che corrispondono ai punti di intersezione del piano equatoriale con l'eclittica).

I paralleli su cui il Sole raggiunge il massimo possibile della sua durata giornaliera si situano invece a circa 23 gradi e mezzo dai poli: si chiamano Circolo Polare Artico a nord e Circolo Polare Antartico a sud, e determinano gli estremi delle zone in cui il Sole si vede per tutto il giorno almeno

una volta l'anno, con il cosiddetto «Sole di mezzanotte». Il che succede un numero di volte diverso: da sei mesi consecutivi ai poli, a un solo giorno ai circoli polari, a uno dei solstizi. All'altro si ha invece il fenomeno simmetrico del Sole che non si vede mai durante il giorno, con il cosiddetto «buio di mezzogiorno».

Dovunque si ha invece il fenomeno dei cosiddetti equinozi, in cui il giorno dura quanto la notte. All'equatore questo succede ogni giorno, e nel resto della Terra solo due volte l'anno: agli equinozi, appunto, che ai poli dividono equamente il periodo del «Sole di mezzanotte» da quello del «buio di mezzogiorno», e all'equatore dividono verticalmente le zone a giorno della Terra da quelle a notte.

