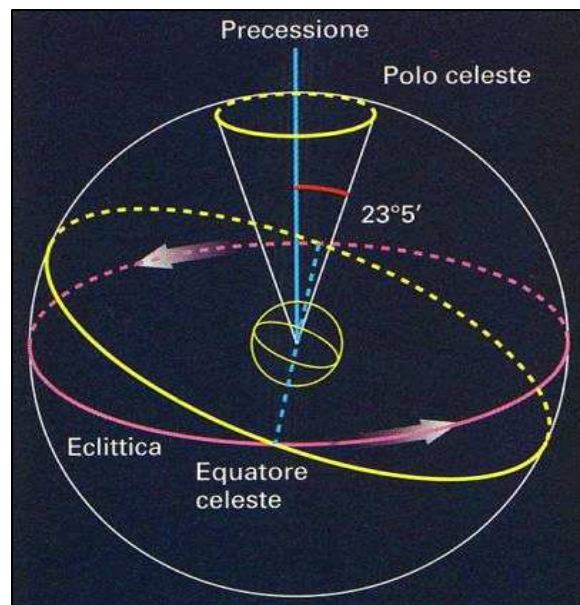


Precessione degli Equinozi : implicazioni astronomiche e climatiche

Giuseppe Veneziano

(Osservatorio Astronomico di Genova)



Precessione degli Equinozi : implicazioni astronomiche e climatiche

Giuseppe Veneziano

(Osservatorio Astronomico di Genova)

Sommario

1. Introduzione.
2. Punti di riferimento tra Terra e Cielo.
3. Le variabili orbitali del pianeta Terra.
4. Cambiamenti delle coordinate celesti: precessione e nutazione.
5. Implicazioni astronomiche e climatiche della Precessione.
6. Precessione equinoziale e antichi miti.
7. Conclusioni.

Precessione degli Equinozi : implicazioni astronomiche e climatiche

Giuseppe Veneziano

Osservatorio Astronomico di Genova

1. Introduzione

La visione delle stelle luminose sparse nella volta celeste ha sempre destato l'interesse degli uomini che vogliono elevarsi al di sopra dell'imperfezione della vita quotidiana, che vogliono allontanarsi da tutte quelle lotte e sofferenze tipicamente terrene che rendono la vita umana così difficile a viverci. Il cielo è qualcosa di immutabile, perfetto, e sembra indicare all'uomo la via divina da seguire.

Se si osservano gli astri nel cielo notturno, si può notare come questi sembrano conservare le loro posizioni reciproche praticamente inalterate. Anche quando partecipano alla rotazione apparente di tutta la volta celeste, lo fanno tutti insieme, mantenendo costantemente la stessa disposizione geometrica rispetto agli altri astri vicini. Le concezioni antiche sulla struttura della volta celeste si rifanno in genere alle speculazioni della filosofia greca. Aristotele (384-322 a.C.) credeva che le stelle fossero fissate come chiodi nella volta celeste, la quale veniva immaginata come una cupola solida e scura. Da questa veduta deriva il termine "firmamento", ancora oggi usato. Esso deriva dal latino *firmare*, che significa "rendere fermo", così come le stelle erano immaginate incastonate, alla stregua di luminose gemme, nella volta celeste. Solo alcuni punti, notevolmente più luminosi, sembrano variare la loro posizione in cielo rispetto agli altri. Questi ultimi, onde distinguerli dalle "stelle fisse", furono perciò detti "pianeti", dal greco *planétes*, che significa "erranti".

Nell'antichità, così come ai nostri giorni, ogni spostamento sulla superficie terrestre richiedeva la conoscenza di un qualche punto di riferimento noto a tutti. A maggior ragione

questa esigenza era fortemente sentita da chi si muoveva per mare. Con molta probabilità i primi popoli di esploratori, procedevano sul mare con una navigazione “a vista”, cioè viaggiavano in prossimità della costa onde avere dei punti di riferimento “fissi”. Questa navigazione richiedeva una conoscenza della conformazione delle coste, dei suoi promontori, dei suoi anfratti naturali, dei suoi fondali. Gli scogli o le secche potevano costituire un pericolo mortale per quegli antichi navigatori. Al contrario, un porto o un anfratto naturale al riparo dal mare in tempesta poteva significare la salvezza per l’imbarcazione e per tutti i suoi occupanti. Si rendeva quindi necessaria una cartografia delle coste, in cui fossero riportate tutte quelle informazioni utili ad una navigazione sicura. Ma ben presto si sentì anche la necessità di poter navigare in mare aperto, per cui fu necessario avere ulteriori punti di riferimento. Una cartografia delle sole coste a quel punto era insufficiente, per cui era necessario trovare un sistema di riferimento che ricoprisse tutta la superficie della Terra.

Gli antichi si resero ben presto conto che gli unici punti di riferimento verso i quali dirigere i loro spostamenti, sia sulla terra che in mare, erano anche le uniche fonti di luce in cielo. Esse erano costituite dal Sole durante il giorno, e da Luna, stelle e pianeti durante la notte.

2. Punti di riferimento tra Terra e cielo.

Essi avevano notato che gli oggetti celesti sorgevano da un orizzonte posto da un lato del cielo e tramontavano sull’orizzonte all’incirca sul lato opposto. Il punto dell’orizzonte dove gli astri apparivano (il nostro lato Est) venne chiamato *oriente*. Esso deriva dal latino *oriens*, dal verbo *oriri*, che significa “sorgere”, da cui deriva anche la parola “orientamento”. Il suffisso *-or* è presente anche nel greco *órnymi*, che significa “io sorgo”, “io mi levo”. Dallo stesso verbo deriva l’aggettivo *orientale*, che designa la posizione di tutti quei territori che sono posti dalla parte ove sorgono, o si levano (da cui il termine *levante*), il Sole o le stelle. Il punto dell’orizzonte opposto (il nostro lato Ovest)¹, cioè dove gli astri tramontavano, divenne l’*occidente*. Anche questo termine deriva dalle parole latine *occidens*, *occidentis*, dal verbo *occidere*, che significa “cadere”, dal momento che gli astri, dopo aver raggiunto il punto più alto nel cielo, sembravano ricadere giù verso terra.

Gli antichi popoli mediterranei individuarono infine altri due punti dell’orizzonte che potevano fungere da riferimento. Questi furono indicati con i termini meridione e settentrione. *Meridione* deriva dalla parola latina *meridies*, da *medius*, mezzo, e *dies*, giorno. Essi avevano notato che quando il Sole culminava, cioè raggiungeva il punto più alto nel cielo, non era esattamente sopra la loro testa, ma leggermente inclinato verso le regioni meridionali. Ciò era evidente se, ad esempio, si piantava uno stilo verticale nel terreno: durante una giornata soleggiata l’ombra dello stilo raggiungeva la minima lunghezza proprio in corrispondenza della culminazione del Sole, che segnava la metà del periodo giornaliero di luce. La direzione dell’ombra indicava esattamente il Nord, ciò voleva dire che il Sole era in direzione Sud, verso meridione.

¹ In questo caso l’uso di Est ed Ovest è usato impropriamente per definire una ampia zona di cielo dove gli astri rispettivamente sorgono (si levano) e tramontano (calano), e non ha riferimento con i precisi punti cardinali classici. L’Est è in realtà il punto in cui sorge il Sole agli equinozi (21 marzo, 22-23 settembre) ed Ovest è il punto in cui tramonta il Sole in quegli stessi giorni.

Opposto al meridione c'era il *settentrione* (il nostro Nord), termine che deriva anch'esso dalla lingua latina. I Romani chiamavano le sette luminose stelle della costellazione dell'Orsa Maggiore i *Septem Triones*, ovvero i “sette buoi”, perché con il loro incedere maestoso e regolare intorno al polo celeste ricordavano i buoi durante l'aratura dei campi. Con l'andare del tempo tutta la zona di cielo inscritta alla loro rivoluzione celeste prese quindi il nome di “settentrione”. I Greci, invece, chiamavano l'Orsa col termine *Arctos*, da cui deriva la parola *artico*. Anche la parola *antartico* ha la stessa origine, derivando da *anti-arctos*, che significa “opposto all'Orsa” o “in contrapposizione (in antagonismo) con l'Orsa”.

Fu grazie all'uso di questi primi punti di riferimento terrestri, ricollegabili a riferimenti celesti, che l'uomo dell'antichità acquistò il senso dello spazio e poté cominciare con metodo i suoi viaggi di esplorazione. Le conoscenze acquisite tramite queste osservazioni, sono confluite nel corso dei secoli in un sistema di coordinate terrestri e celesti, alle quali chi si occupa di archeoastronomia deve essere avvezzo. Definire un sistema di coordinate celesti, però, richiese la soluzione di alcune problematiche legate ai movimenti della Terra nello spazio.

3. Le variabili orbitali del pianeta Terra.

La forma della Terra è rappresentata da un *geoide*, una figura solida che si discosta in maniera lieve, ma significativa, da quella di una sfera perfetta. Infatti, il cerchio massimo passante per i poli è più piccolo rispetto a quello passante dall'equatore² (il parallelo a latitudine 0°). La Terra, cioè, è leggermente schiacciata ai poli. Inoltre, il raggio dell'emisfero Nord è più piccolo di quello dell'emisfero Sud. Questa particolare forma, secondo le ipotesi più accreditate, fu dovuta al primitivo stato di fluidità del nostro pianeta e alla rotazione della Terra sul proprio asse; più precisamente all'azione di una forza per la quale le molecole hanno la tendenza ad allontanarsi dall'asse di rotazione tanto maggiormente quanto maggiore è la loro distanza dall'asse stesso. In altre parole, le molecole presenti all'equatore, durante i primi periodi della formazione della Terra, hanno quindi subito una forza centrifuga maggiore di quella subita dalle molecole presenti ai poli.

Tale schiacciamento, ai fini della definizione di un sistema di coordinate celesti — essendo gli astri a grandissime distanze dalla Terra — può essere considerato influente, per cui il nostro pianeta viene considerato una sfera perfetta. Anche gli astri sembrano apparentemente disposti su di una sfera, come gemme incastonate nel suo incavo. Tale sfera celeste ha la sua origine nel centro della Terra, cioè le sue distanze dalla Terra sono equivalenti in ogni direzione.

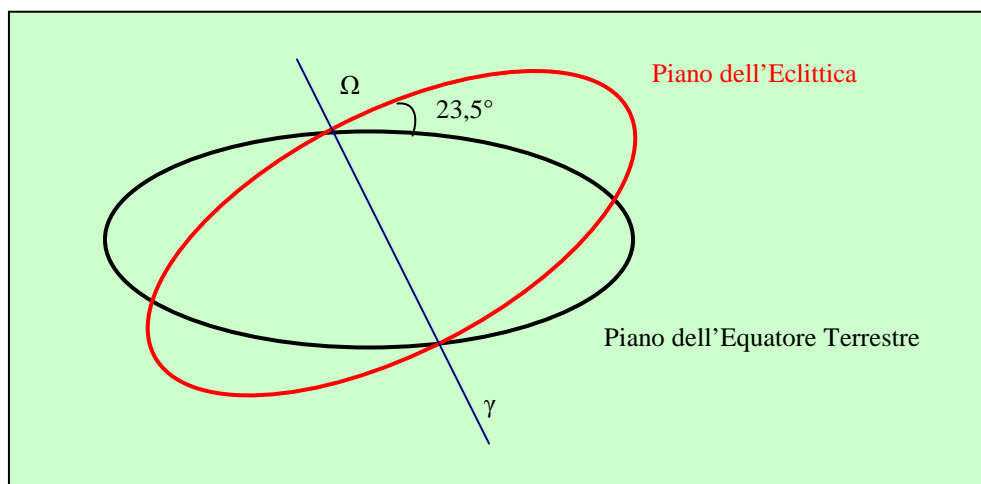
In analogia con il globo terrestre, vennero quindi definiti due poli celesti. Prolungando l'immaginario asse di rotazione terrestre che esce dal Polo Nord (detto “Asse del mondo”, o *Axis Mundi*) e proiettandolo verso la sfera celeste, si trovò il *Polo Nord Celeste*, un punto del cielo posto in prossimità della Stella Polare (o Polaris), la più brillante della costellazione dell'Orsa Minore. Con lo stesso criterio — prolungando l'asse di rotazione terrestre che esce dal Polo Sud e proiettandolo sulla sfera celeste — si trovò il *Polo Sud Celeste*. Oltre ai poli, posti agli antipodi di questa sfera celeste, venne identificato un *Equatore Celeste*, cioè un cerchio massimo immaginario i cui punti sono equidistanti dai due poli celesti. Come per il globo terrestre, anche sulla sfera celeste si costruì un sistema di coordinate equatoriali; una specie di “paralleli” e di

² Se si calcola il raggio polare medio ed il raggio equatoriale medio, si ottiene una differenza di 21,476 chilometri, corrispondenti al 0,34 % del raggio medio.

“meridiani” celesti tramite i quali viene misurata la latitudine e la longitudine degli astri, misure che sulla sfera celeste assumono rispettivamente il nome di **declinazione**, indicata dalla lettera greca δ , e di **ascensione retta**, indicata dalla lettera greca α . Ogni oggetto celeste (ad esclusione dei pianeti), venne così ad avere delle coordinate che ne identificavano la posizione nel cielo.

La sfera celeste, però, non è solidale con quella terrestre: la prima è fissa mentre la Terra ruota sul proprio asse in senso retrogrado (cioè in senso opposto al moto delle lancette di un orologio) da Ovest verso Est. A causa di questa rotazione, ad un osservatore che è posto sulla superficie terrestre, sembra che la sfera celeste si muova in direzione opposta, da Est verso Ovest, compiendo un giro completo in circa 24 ore.

Un'altra problematica di cui tener conto in un sistema di coordinate celesti è quella dell'inclinazione asse terrestre. L'asse di rotazione del nostro pianeta non è perfettamente perpendicolare al piano di rivoluzione attorno al Sole, ma presenta una inclinazione di $23^{\circ}26'21,448''$ ³ leggermente variabile (secondo i calcoli era di $24^{\circ}00'43,11''$ nel 2900 a.C.). Tale inclinazione, che è responsabile dell'alternarsi delle stagioni⁴, non è solidale con la sfera celeste, per cui quest'ultima appare inclinata di circa $23,5^{\circ}$. Si possono quindi immaginare i due equatori — quello terrestre e dell'Eclittica — come due cerchi massimi equivalenti, impernati sullo stesso diametro, ma aventi quindi una inclinazione del piano divergente di $23,5^{\circ}$ circa.



I due cerchi massimi si incontrano in due punti, il punto γ ed il punto Ω , che sono detti anche **punto vernale** e **punto autunnale**. Il Sole transita nel punto γ (punto gamma o Punto d'Ariete⁵) il 21 marzo, all'equinozio di primavera. Transita invece nel punto Ω (punto omega) il

³ L'asse terrestre è inclinato di $23^{\circ}26'$ rispetto alla perpendicolare sull'Eclittica (piano di rivoluzione attorno al Sole) e di $66^{\circ}74'$ rispetto al piano dell'Eclittica. Questo valore è quello calcolato per il 1° gennaio 2000. Esso viene aggiornato circa ogni cinquant'anni, dal momento che, nel tempo, presenta delle variazioni dovute al fenomeno della “precessione degli equinozi”.

⁴ In realtà, l'alternarsi delle stagioni è dovuto sia all'inclinazione dell'asse terrestre che alla sua rivoluzione attorno al Sole, dal momento che durante tale tragitto la distanza dall'astro varia tra i 147 e i 152 milioni di chilometri. Ma quella più preponderante è certamente l'influenza dell'asse terrestre. A seconda della posizione della Terra rispetto al Sole, varia l'altezza sull'orizzonte della traiettoria seguita dal Sole e, conseguentemente, il periodo diurno di insolazione e la quantità di energia in arrivo.

⁵ Il punto γ (gamma) prende il nome di “punto d'Ariete” perché all'epoca della definizione del termine esso giaceva prospetticamente nella costellazione dell'Ariete. Attualmente, a causa della *precessione degli equinozi*, il punto γ giace nella costellazione dei Pesci, la stessa costellazione su cui si proietta il Sole il 21 marzo.

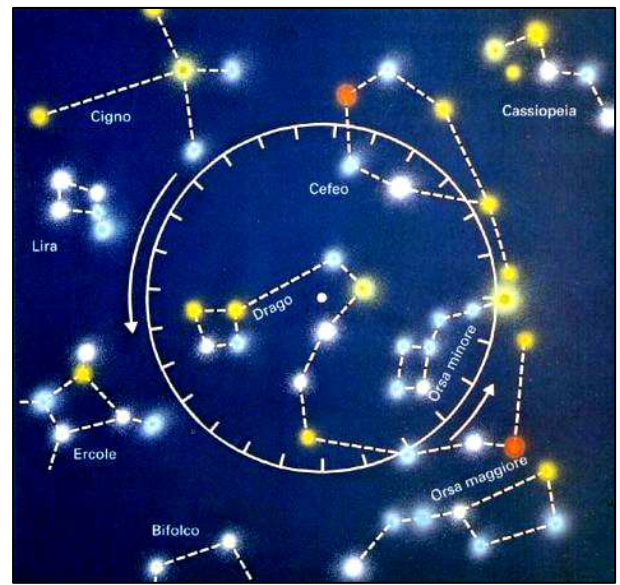
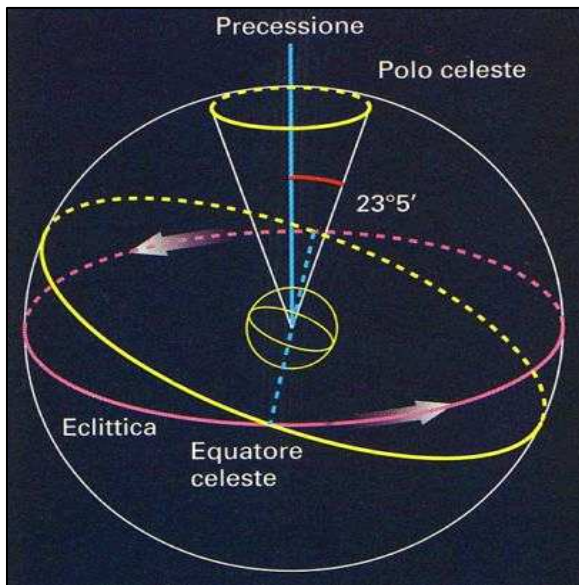
22-23 settembre, all'equinozio d'autunno. Per questo motivo tali punti vengono anche detti *punti equinoziali*.

4. Cambiamenti delle coordinate celesti: precessione e nutazione.

Come si è visto poc'anzi, la Terra non è una sfera perfetta, ma presenta uno schiacciamento ai poli, con conseguente rigonfiamento all'equatore. Queste imperfezioni nella sua forma, generano delle particolari perturbazioni nei moti del nostro pianeta. Oltre ai moti di rotazione sul proprio asse (con periodo di circa 24 ore) e di rivoluzione attorno al Sole (di circa 365 giorni), la Terra presenta quindi anche un complesso fenomeno di variazione di latitudine, in cui il piano dell'equatore terrestre non coincide con il piano dove giace il Sole nell'orbita della Terra se non nei momenti degli equinozi (i punti vernali o equinoziali γ e Ω). L'attrazione gravitazionale del Sole, dunque, non è sempre diretta verso il centro della Terra, e questo genera nell'asse terrestre una oscillazione simile a quella di una trottola. A questo fenomeno, che prende il nome di *precessione solare*, si aggiunge anche l'influenza gravitazionale della Luna, anch'essa con la sua orbita inclinata di circa 5° rispetto al piano orbitale terrestre (eclittica). Il fenomeno complessivo, che prende il nome di *precessione lunisolare*, presenta un valore di $50,40''$ per anno. A questi effetti si aggiunge quello, molto più debole e di senso opposto, dovuto alla attrazione gravitazionale dei pianeti sulla Terra, il cui valore è di circa $0,11''$ per anno e che prende il nome di *precessione planetaria*. La somma algebrica di questi due moti, detta *precessione totale*, dà un valore di $50,29''$ per anno. Per completare un angolo giro completo occorreranno circa 25775 anni.

Complessivamente, questi due fenomeni provocano un lento spostamento retrogrado dell'asse terrestre, il quale descrive un moto conico sulla volta celeste che determina un cambiamento della stella verso cui punta l'asse terrestre stesso e — come altro effetto ad esso collegato — un retrocedimento dei punti di intersezione fra il piano dell'equatore terrestre e l'eclittica, cioè i punti equinoziali primaverile γ e autunnale Ω . Ne consegue che tali punti non sono fissi ma, anno dopo anno retrocedono, spostando così le coordinate di tutti gli oggetti celesti. Infatti, si deve ricordare che una delle coordinate che identifica la posizione degli oggetti celesti è l'Ascensione Retta (A.R.), che ha nel punto γ il meridiano fondamentale della sfera celeste. Dal momento che, a causa della precessione degli equinozi, questo punto — seppur lentamente — si sposta, ne consegue che anche gli astri non hanno coordinate celesti del tutto fisse ma si sposteranno col tempo. Si è perciò sviluppato il concetto di *epoca*, che rappresenta il periodo temporale al quale le coordinate si riferiscono. Le coordinate di un astro, valide per il 1950 non lo sono più per il 2002. I moderni atlanti stellari riportano le coordinate per l'anno 2000.0 e sono quindi utilizzabili tranquillamente senza errori sensibili ancora per parecchi anni. Esistono tuttavia degli algoritmi per passare da un'epoca all'altra.

Questo movimento è indipendente dal *moto proprio* delle stelle, perché si tratta di un movimento dell'osservatore (cioè della Terra) piuttosto che degli astri. Nonostante questo spostamento possa apparire irrisorio su scale temporali brevi, su scale temporale di millenni — ed è questo il caso di chi vuole risalire alla conformazione del cielo di epoche lontane — esso può portare a notevoli variazioni nelle posizioni degli astri. Basti pensare che nel 2500 a.C. il Polo Nord Celeste era indicato dalla stella Thuban, nella costellazione del Drago, oggi — dopo 4000 anni — è indicata dalla Polaris (Orsa Minore), tra circa 12 mila anni — attorno al 14000 d.C. — si troverà non distante dalla luminosa stella Vega, nella costellazione della Lira.



A sinistra: rappresentazione schematica del fenomeno della precessione degli equinozi. A destra: spostamento del Polo Celeste Nord nel corso dei millenni. Ogni tacca sul cerchio corrisponde a 1000 anni. Il cerchio precessionale viene rappresentato chiuso solo per semplicità grafica, nella realtà è leggermente aperto.

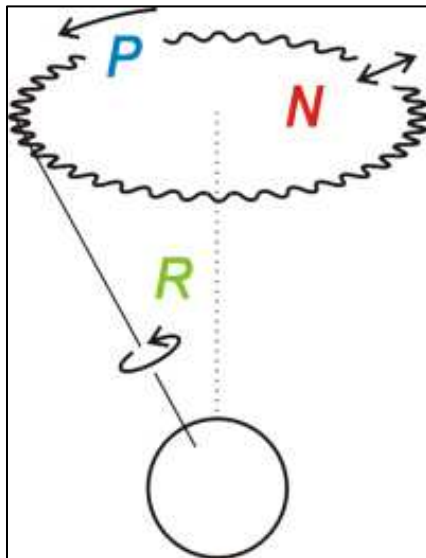
Il movimento della precessione dell'asse terrestre si somma a quello di rotazione dando origine ad una oscillazione dell'asse di simmetria in direzione trasversale al moto di precessione e, in conseguenza di ciò, anche ad una lieve variazione periodica della velocità angolare della precessione. L'ampiezza di questa oscillazione — detta *nutazione*⁶— è proporzionale al rapporto tra la velocità angolare di precessione e quella di rotazione dell'asse terrestre. Questo fenomeno fu scoperto nel 1728 da James Bradley (1693-1762), ma non venne spiegato che venti anni più tardi. Come si è visto, il moto di precessione della Terra è causato dalle forze di marea esercitate dal Sole e dalla Luna⁷, forze che non sono perfettamente regolari ma dipendono dalle loro relative posizioni rispetto alla terra. Dal momento che la dinamica del nostro pianeta è ben conosciuta, si riesce a calcolare la nutazione con una precisione di alcuni secondi d'arco su un periodo di alcune decine d'anni. Esiste però un altro effetto che, seppur minimo, disturba la nutazione e rende problematico il calcolo a lungo termine, ed è il cosiddetto *effetto polare*, un movimento determinato da variabili improvvise ed imprevedibili quali le correnti oceaniche, le correnti dei venti ed i movimenti delle correnti fluide all'interno del nucleo terrestre. Tali variabili, permettono un calcolo della nutazione solo con pochi mesi di anticipo.

La componente principale della nutazione terrestre rivela un periodo di 18,6 anni (pari a 6798 giorni), che risulta essere uguale alla precessione della linea dei nodi lunari, il cui calcolo è di estrema importanza per la previsione delle eclissi. Esistono delle descrizioni matematiche, sotto forma di sistemi di equazioni, che ben rappresentano il fenomeno della nutazione. Tuttavia, anche se in linea di massima vi è una buona corrispondenza tra calcoli matematici e sperimentali, non esiste al momento un calcolo esatto che permetta di prendere in considerazione tutte le variabili in gioco. Questa, purtroppo, non è cosa di poco conto per chi studia i fenomeni astronomici avvenuti nell'antichità e deve quindi risalire con una sufficiente certezza al cielo di

⁶ Etimologicamente il termine *nutazione* ha significato di “un cenno del capo”, in riferimento ad un piccolo movimento oscillatorio della testa, assimilabile ideologicamente a quello del globo terrestre.

⁷ Sebbene in misura notevolmente inferiore, anche i pianeti più grandi del sistema solare esercitano sulla Terra delle piccolissime forze perturbative.

epoche lontane. Piccolissimi errori o discrepanze tra i valori calcolati e quelli reali, sommati per migliaia di anni, possono portare ad errori anche molto sensibili.



Rappresentazione schematica delle tre componenti principali legate ai movimenti dell'asse terrestre. R è l'asse di rotazione, P è il movimento di precessione, N è il movimento di nutazione.

La componente principale della nutazione terrestre rivela un periodo di 18,6 anni (pari a 6798 giorni), che risulta essere uguale alla precessione della linea dei nodi lunari, il cui calcolo è di estrema importanza per la previsione delle eclissi. Esistono delle descrizioni matematiche, sotto forma di sistemi di equazioni, che ben rappresentano il fenomeno della nutazione. Tuttavia, anche se in linea di massima vi è una buona corrispondenza tra calcoli matematici e sperimentali, non esiste al momento un calcolo esatto che permetta di prendere in considerazione tutte le variabili in gioco. Questa, purtroppo, non è cosa di poco conto per chi studia i fenomeni astronomici avvenuti nell'antichità e deve quindi risalire con una sufficiente certezza al cielo di epoche lontane. Piccolissimi errori o discrepanze tra i valori calcolati e quelli reali, sommati per migliaia di anni, possono portare ad errori anche molto sensibili.

La misura della Nutazione: un problema complesso

Come si è visto, il termine principale della nutazione è dovuto alla regressione della linea dei nodi della Luna e ha lo stesso periodo di 6798 giorni (18,6 anni). Questo fenomeno origina una oscillazione dell'asse di simmetria in direzione trasversale al moto di precessione e, di conseguenza, anche ad una lieve variazione periodica della velocità angolare della precessione. In realtà questa oscillazione è la somma di più componenti che vengono influenzate da numerose variabili. Nella nutazione terrestre è presente una componente longitudinale che ha un'ampiezza angolare di 17" e una componente obliqua di ampiezza 9". Tutte le altre componenti danno ampiezze angolari molto più piccole. Le successive componenti con il valore d'ampiezza più grande, con un periodo di 183 giorni (corrispondenti 0,5 anni) hanno rispettivamente ampiezze di 1,3" e 0,6". È curioso il fatto che il periodo di tutti i termini maggiori di 0,0001" (all'incirca la massima accuratezza misurabile) con un periodo compreso tra 5,5 e 6798 giorni sembrano evitare l'intervallo da 34,8 a 91 giorni. A causa di ciò si usa suddividere la nutazione in termini a lungo periodo e a breve periodo. I termini a lungo periodo sono calcolati e riportati negli almanacchi, mentre la correzione addizionale dovuta ai termini a breve periodo è di solito presa da una tabella.

5. Implicazioni astronomiche e climatiche della precessione degli equinozi.

Gli antichi sacerdoti di Babilonia ed Egitto furono tra i primi pionieri dell'astronomia. Essi scandagliarono il cielo, disegnarono mappe delle costellazioni, identificarono il percorso del Sole e stimarono il periodo con cui la Luna e il Sole si muovono attraverso il cielo. Ma fu l'astronomo greco Ipparco di Nicea⁸ (190-125 a.C.) che, confrontando osservazioni distanti tra loro più di un secolo, si accorse che l'asse attorno al quale sembra ruotare la volta celeste si era leggermente spostato. I Babilonesi, assidui studiosi del cielo, benché non ne conoscessero le cause, ne conoscevano sicuramente gli effetti in tempi già precedenti ad Ipparco. A differenza dei primi, Ipparco, però, riuscì a calcolarne l'entità. Egli propose vari valori che generalmente andavano dai 24 ai 30 mila anni. Un altro astronomo greco, Claudio Tolomeo, partendo dai dati raccolti da Ipparco, ne stimò in seguito il moto in 1° ogni 100 anni (360° in 36000 anni). Isaac Newton, nel 1725, calcolò il periodo di questo moto in 26000 anni. Ciò denota la non facile stima di questo valore.

Com'è noto oggi, i punti equinoziali γ e Ω – rispettivamente primaverile ed autunnale – i due luoghi puntiformi dell'intersezione dell'eclittica con l'equatore celeste, sono dotati di movimento precessionale retrogrado complessivo annuo pari a $0^\circ 00' 50,290966''$ (al 2000.0J), che permette ad essi di percorrere:

- l'intera eclittica in senso retrogrado in circa 25775 anni;
- ciascuna stazione zodiacale (di 30°) in circa 2147,5 anni;
- 1° in circa 71,6 anni.

Ad ogni rivoluzione annuale della Terra attorno al Sole, l'equinozio precede di circa 20 minuti orari, che corrispondono a circa 36.000 chilometri sull'orbita terrestre. In circa 70 anni la precessione guadagna un giorno ed in circa 2000 anni un mese. Così, nel corso di millenni, al sorgere del Sole sull'orizzonte nei giorni degli equinozi e dei solstizi, passano tutte le costellazioni interessate dall'eclittica (quelle cosiddette "zodiacali").

Molte persone hanno delle idee errate su questo fenomeno. Pensano che, col passare dei secoli, esso possa spostare l'allineamento degli antichi monumenti megalitici, cambiare la durata dell'anno solare o addirittura invertire le stagioni. Come stanno realmente le cose?

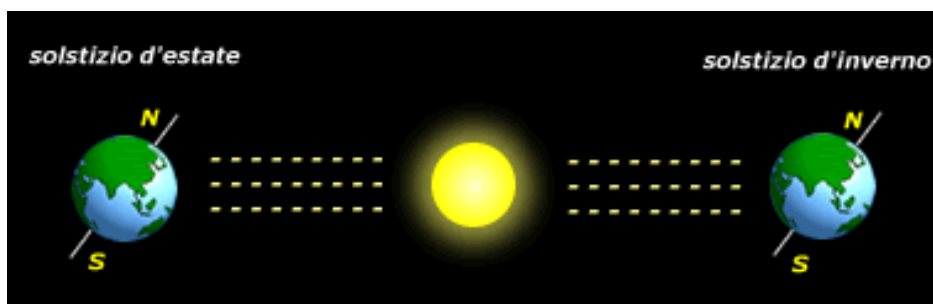
Sappiamo che un anno è il tempo tra due equinozi di primavera successivi.⁹ In un anno la Terra avrà completato la sua orbita attorno al Sole e l'asse terrestre si sarà spostato di un angolo infinitesimale. Entrambi i fenomeni, la rivoluzione e la precessione, sono quindi già inclusi nell'anno calendariale solare. Se, per assurdo, il fenomeno della precessione si fermasse, cioè se l'equinozio di primavera non si muovesse ad intercettare il Sole nel suo viaggio nel cielo, l'anno sarebbe all'incirca di venti minuti più lungo. Infatti, 365 (i giorni in un anno) \times 86400 (i secondi in un giorno) / 26000 (gli anni del ciclo precessionale approssimati per eccesso), danno circa 20 minuti. In tal caso anche l'anno calendariale dovrebbe essere adattato per essere 20 minuti più lungo. Una analogia simile avviene per la durata del giorno: esso va da mezzanotte a mezzanotte,

⁸ Ipparco di Nicea è uno dei quattro grandi astronomi detti "alessandrini", perché con i loro studi condotti nella città di Alessandria, in Egitto, favorirono un periodo di grande fioritura dell'astronomia greca. Gli altri tre astronomi dell'epoca furono Aristarco di Samo, Eratostene e Claudio Tolomeo.

⁹ Questa è una delle definizioni di anno solare o *tropico*, cioè riferito alla Terra. In seguito se ne vedranno altre.

o è il periodo di rotazione della Terra sul proprio asse? In realtà il secondo è più breve di 4 minuti. Il termine “da mezzanotte a mezzanotte” quindi, include già sia la rotazione della terra sul proprio asse che il piccolo contributo giornaliero del moto della Terra attorno al Sole, contributo che sposta il Sole nel cielo approssimativamente di un grado al giorno.

La Terra orbita attorno al Sole su un grande piano, che è l'eclittica. Le ragioni per cui la Terra presenta il fenomeno delle stagioni — come si è visto — è dovuto al fatto che l'asse di rotazione del nostro pianeta non è perpendicolare all'eclittica, ma inclinato di circa $23,5^\circ$. D'estate, l'emisfero settentrionale è inclinato verso il Sole; in questo periodo il Polo Nord si trova sempre esposto alla luce solare, ed i Paesi a Nord dell'equatore hanno giorni più lunghi e luce solare più concentrata. Sei mesi dopo, in inverno, la Terra si trova dalla parte opposta del Sole; quindi il Polo Nord è in ombra per tutto tale periodo, l'emisfero settentrionale ha notti più lunghe e la luce solare cade con un angolo più inclinato, riducendo il suo potere calorifico. Sono ora le regioni a Sud dell'equatore ad avere le condizioni estive.



Mentre la Terra mantiene l'angolo inclinato di circa $23,5^\circ$, quest'angolo vaga con un angolo conico il cui asse è sempre perpendicolare al piano dell'eclittica. Facciamo un esempio: se si costruisse un modello piatto dell'eclittica, col Sole e la Terra, e la si mettesse sopra un tavolo, quello che avviene è che tutto il modello ruota lentamente sul piano del tavolo: il piano orbitale del modello — cioè la relazione orbitale tra il Sole e la Terra — rimane lo stesso; solo l'asse di rotazione varia in un percorso conico. Ciò che cambia è che il modello si è spostato rispetto al piano del tavolo. Come si è visto, ci vogliono quasi 26000 anni per completare questo

giro conico. Esso non diversifica le stagioni, perché il nostro calendario è calcolato per includere annualmente questo spostamento e tenere, ad esempio, la data del giorno più corto al 21 dicembre. Così, se un monumento megalitico era anticamente orientato verso il punto in cui sorgeva il Sole, continuerà a farlo anche in futuro.¹⁰ Quello che cambia in migliaia di anni – situazione di cui un calendario non tiene conto poiché non è legata al sistema Terra-Sole – è che l'asse terrestre ruota rispetto al resto dell'Universo; cambiano insomma le stelle e le costellazioni di fondo (la visione del tavolo nell'esempio riportato sopra). Oggi si vede la costellazione di Orione nel cielo dopo il tramonto in inverno, e la costellazione dello Scorpione, con la sua porzione di Via Lattea, nelle notti estive. In circa 13000 anni (la metà del ciclo precessionale), la rotazione di questo piano farà splendere Orione in estate e lo Scorpione in inverno. La stella del Polo si sposterà e le costellazioni serali si sposteranno ulteriormente più vicino all'orizzonte. In tal caso, un monumento antico orientato sul passaggio o sul sorgere di una stella, oggi, a distanza di alcuni millenni, non potrebbe più adempiere alla funzione per cui fu costruito, dal momento che l'asse terrestre punta verso una direzione differente della sfera celeste. Questo è ciò che è accaduto a numerosi monumenti dell'antichità. Sembra che la famosa grande piramide di Cheope, costruita attorno al 2700 a.C., fosse orientata in modo tale che quando la stella Sirio raggiungeva il suo punto più alto nel cielo la sua luce penetrasse, seguendo un passaggio rettilineo, fin nella camera sepolcrale reale all'interno della piramide; un orientamento che la precessione ha distrutto. Numerose strutture antiche, le torri troncoconiche dette *talayotes*, nelle isole mediterranee spagnole di Maiorca e di Minorca, ed i templi monumentali nell'isola di Malta, presentano un orientamento preferenziale verso la direzione cardinale Sud-Sudest. Esse dopo molti secoli furono abbandonate senza spiegazione intorno al 1700 a.C. Studi condotti dall'inglese Michael Hoskin e collaboratori hanno dimostrato che tali costruzioni erano orientate verso la stella *Alfa Centauri*, probabilmente oggetto di culto degli isolani, stella che proprio intorno a quel periodo la precessione, dopo secoli di visibilità, aveva spostato a latitudini celesti più basse nell'emisfero celeste Sud. Venendo a mancare il loro oggetto di culto, finì lo scopo di orientare gli assi di questi monumenti verso quella direzione.

Ma gli effetti della precessione per la Terra saranno anche climatici? Attualmente la Terra si trova al perielio¹¹ quando l'emisfero settentrionale (o boreale) è in pieno inverno e l'emisfero meridionale (o australe) è in estate. Questa configurazione tra vicinanza della Terra al Sole e l'alternarsi delle stagioni, influisce particolarmente sul clima mondiale. Nell'emisfero boreale si hanno in genere estati relativamente calde ed inverni relativamente freddi. L'estate cade quando la Terra è all'afelio, quindi l'aumento della radiazione solare (detta anche *insolazione*) che colpisce l'emisfero boreale del nostro pianeta viene mitigata dalla maggiore lontananza della Terra dal Sole. L'inverno, al contrario, cade quando la Terra è nel punto più vicino al Sole, per cui la mancata insolazione viene in parte compensata dalla vicinanza fisica.

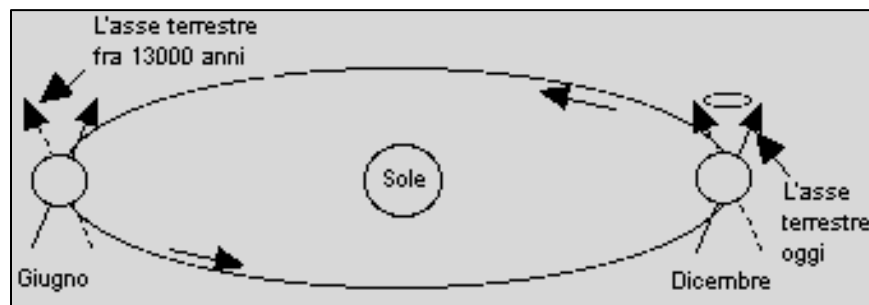
Nell'emisfero australe avviene il contrario. Quando è estate la Terra è al perielio, per cui l'aumento dell'insolazione si somma alla vicinanza del nostro pianeta al Sole, dando luogo a temperature mediamente più alte di quelle dell'emisfero boreale. Quando è inverno, la Terra è prossima all'afelio, il che dovrebbe dar luogo ad un abbassamento delle temperature medie più drastico di quanto avviene nell'emisfero boreale. Questo almeno in teoria. In realtà in questo

¹⁰ In realtà vi è una, seppur minima, variazione nella posizione del Sole nel cielo. L'inclinazione dell'asse terrestre, e quindi l'obliquità dell'Eclittica, come si è visto, non è costante, ma presenta una variazione annua, dovuta alla precessione planetaria, che è attualmente di 0°00'00,47". La formula di Laskar – che è il più preciso modello matematico di cui oggi si dispone – dà un valore di 24°00'43,11" per l'anno 2900 a.C. Ciò vuol dire che se adesso il Sole ha una declinazione di circa +23,5° al solstizio estivo (21 giugno) e di circa -23,5° al solstizio invernale, nell'anno 2900 a.C. i corrispondenti valori erano di +24° e -24°. C'è quindi mezzo grado di differenza, che calcolato in Azimut, risulta praticamente trascurabile nel calcolo dell'orientamento dei complessi megalitici.

¹¹ Per *perielio* (dal greco *perì*, intorno, e *hélios*, Sole) si intende il punto dell'orbita terrestre in cui il nostro pianeta è più vicino al Sole. Al contrario, l'*afelio* (dal greco *apó*, lontano) è il punto dell'orbita terrestre più distante dal Sole.

meccanismo si inserisce il fattore degli oceani, che nell'emisfero australe ricoprono gran parte della superficie terrestre. La presenza di questa enorme massa d'acqua instaura una sorta di equilibrio termico, assorbendo l'energia solare durante l'estate e rendendo notevolmente più mite il clima in inverno. Nell'emisfero boreale, al contrario, gran parte della superficie è costituita da terra solida, quindi le acque degli oceani rivestono un ruolo limitato nella mitigazione delle temperature. Una dimostrazione di questo fatto è, che se durante l'inverno la neve non è un fenomeno insolito nell'emisfero boreale, è invece alquanto raro in quello australe, se non ad elevate altitudini.

Questa è la situazione attuale. Una situazione che però varia nel corso dei millenni. A causa della precessione degli equinozi, la direzione dell'inclinazione dell'asse terrestre rispetto al Sole cambia, per cui, fra circa 12000 anni, la Terra si troverà al perielio quando l'emisfero boreale sarà in piena estate, e si troverà all'afelio quando lo stesso emisfero sarà in inverno. Non avendo questo emisfero un'alta percentuale di superficie oceanica, non avrà neanche una rilevante compensazione termica, per cui, in teoria, ci si potrà attendere delle temperature più estreme di quelle attuali, con estati torride ed inverni rigidissimi.



Questa è la teoria. La Terra infatti ci ha abituato a dei mutamenti climatici sia su scale geologiche che su scale temporanee. Nel passato del nostro pianeta, e precisamente durante l'ultimo periodo geologico (il *Quaternario*), sono state registrate varie glaciazioni, di cui almeno cinque di rilevante entità nell'ultimo milione di anni, separate dai cosiddetti *periodi interglaciali*. L'ultima glaciazione, quella di *Würm*, sembra che ebbe termine appena 10000-12000 anni fa. Sempre secondo questi studi, nel periodo di massima espansione dei ghiacci, circa centomila anni fa, questi ricoprivano gran parte dell'America Settentrionale e dell'Europa fino alle Alpi, ed il livello del mare era sceso di almeno 100 metri, scoprendo aree ora sommerse. Che il livello delle acque fosse più basso di quello attuale è dimostrato dal fatto che alcuni siti megalitici, come quelli di Saint Pierre de Quiberon e quello insulare di Er-Lanic, sulla costa atlantica della Francia, sono oggi parzialmente sommersi.

Queste glaciazioni, secondo un interessante lavoro svolto dall'astronomo serbo **Milutin Milankovich** intorno al 1930, sarebbero strettamente ricollegabili al fenomeno della precessione degli equinozi e di altre perturbazioni dell'orbita terrestre. Secondo Milankovich, nella situazione ipotizzata sopra, dal momento che gli inverni sarebbero più freddi, le precipitazioni nevose sarebbero più abbondanti, alimentando i grandi ghiacciai. A loro volta, la neve ed il ghiaccio, essendo bianchi, rifletterebero una buona parte della luce solare anziché assorbirla, per cui si avrebbero inverni molto più rigidi con le terre ricoperte da uno spesso strato di ghiacci che stenterebbero a riscaldarsi e a sciogliersi una volta che l'inverno sia finito. Dal momento che il clima terrestre è mantenuto tale da una serie di delicatissimi fattori in equilibrio, secondo Milankovich, il cambiamento dell'inclinazione dell'asse di rotazione a causa della precessione

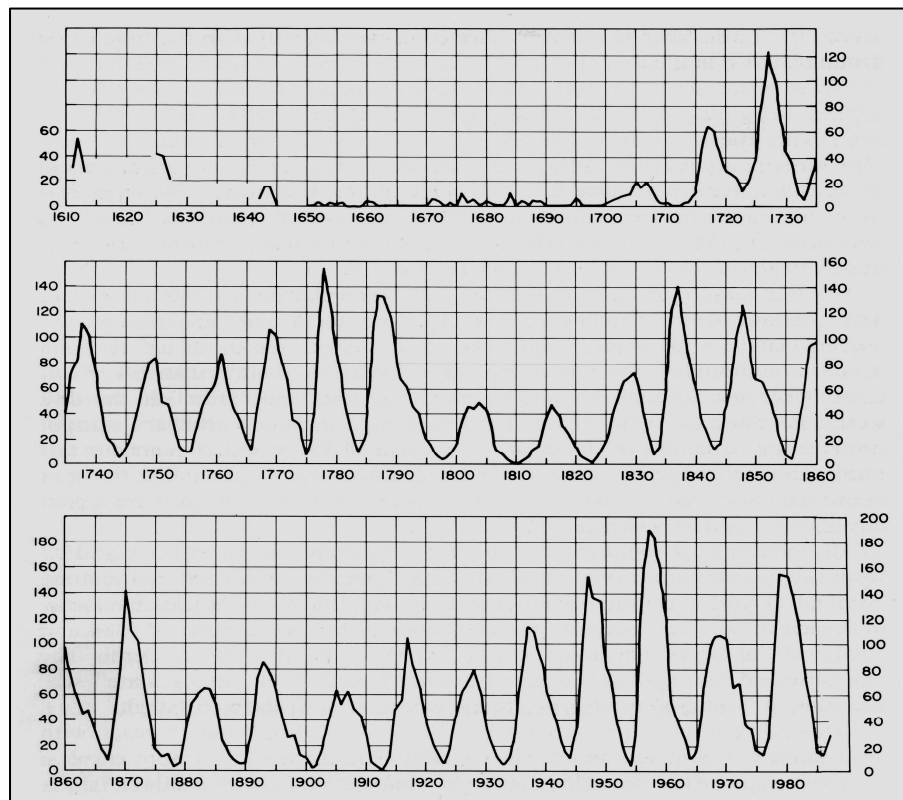
potrebbe turbare tale equilibrio e portare alle ére glaciali. Poiché le glaciazioni non ricorrono ogni 26000 anni (il periodo della precessione) ma circa ogni centomila anni, egli suppose che potessero esservi altri fattori di perturbazione, quali le variazioni dell'eccentricità dell'orbita terrestre e dell'inclinazione dell'asse di rotazione rispetto all'eclittica. Recentemente, uno studio di J. Rial¹², dell'Università del North Carolina, negli Stati Uniti, sui contenuti di un isotopo dell'ossigeno nei sedimenti dei fondali marini, sembra aver appurato che al ciclo di 100 mila anni, dovuto all'eccentricità dell'orbita terrestre, si sovrappone un altro ciclo di 413 mila anni. Altri studiosi (*Science*, 11 giugno 2004, p. 1609) hanno confrontato gli studi dei fondali marini con il rapporto degli isotopi dell'idrogeno nei carotaggi profondi nell'Antartide, dove nel corso di milioni di anni si sono sovrapposti i ghiacci, arrivando alla conclusione che nell'ultimo milione di anni, la variazione di tali isotopi è dominata da una periodicità di 100 mila anni, in pieno accordo con la teoria di Milankovitch. Infine, un recente articolo apparso sul periodico scientifico *Nature* (traduzione del titolo: *Recenti ére glaciali su Marte*, di James W. Head e colleghi, vol. 426, pagg. 797-802, 18/25 dicembre 2003), applica la teoria di Milankovich a Marte, concludendo che i suoi effetti sul quel pianeta furono con tutta probabilità molto più severi che sulla Terra, in parte dovuto all'assenza di un grande satellite che ne regolasse l'angolo di inclinazione dell'asse di rotazione, come accade per il nostro pianeta con la Luna. Quindi, nonostante i molti interrogativi ancora irrisolti, l'idea generale di Milankovich, che collega le ére glaciali al moto della Terra nello spazio, costituisce al momento una delle migliori ipotesi sulle variazioni climatiche su scale temporali geologiche.

Vi sono però altre variazioni climatiche a breve termine che non possono essere riconducibili al fenomeno precessionale. È il caso delle anomalie climatiche temporanee. Ad esempio, episodi di clima freddo hanno interessato l'Europa nel periodo tra il 1450 e il 1850, caratterizzati in generale da temperature molto rigide e da un avanzamento dei ghiacciai, tanto da essere definito il "periodo della Piccola Età Glaciale". Tale generale raffreddamento del clima, fu accompagnato da una insolita diminuzione dell'irradiazione solare. Il numero delle macchie solari, indice della sua attività, subì un drastico calo tra il 1645 ed il 1715 circa, durante il quale le macchie praticamente scomparirono. Questo periodo di estrema tranquillità del Sole, viene ricordato come il **Minimo di Maunder**, dal nome dell'astronomo britannico Edward Walter Maunder (1851-1928), il quale, esaminando annotazioni di osservazioni anteriori, scoprì che in quel periodo il ciclo solare era stato praticamente sospeso e, a rigor di logica, doveva essere virtualmente scomparsa anche la corona solare (l'atmosfera solare più esterna e rarefatta, visibile durante le eclissi di Sole). In quel periodo anche le aurore polari — manifestazioni luminose atmosferiche create dall'interazione del campo magnetico terrestre con il vento solare — erano praticamente assenti. Solo alla fine di tale periodo, nel 1716, l'astronomo inglese Edmund Halley riportò di aver visto la sua prima aurora polare, dopo quarant'anni di osservazioni. Altre prove di questo anomalo prolungato minimo solare furono portate dall'italiano F. Vercelli, che esaminò un albero vissuto dal 275 a.C. circa al 1914 d.C. Lo spessore degli anelli degli alberi¹³, che risente fortemente dell'attività solare, era in quegli anni praticamente inesistente. È chiaro quindi che le condizioni climatiche vigenti sulla terra durante il Minimo di Maunder, erano molto rigide.

¹² L'articolo in questione è apparso sul periodico scientifico *Science*, vol. 285, pag. 564, del 23 luglio 1999. Sulla stessa pubblicazione, a pag. 503, appare un altro breve articolo su questa questione, dal titolo: "Perché le ére glaciali non sono periodiche".

¹³ L'analisi cronologica basata sul conteggio degli anelli di accrescimento degli alberi si chiama *dendrocronologia*, dai termini greci *dendron*, che significa albero (connesso col sanscrito *danda*, bastone) e *chronos*, tempo. Questo metodo dà la possibilità, non solo di fissare una data degli avvenimenti passati, tramite il conteggio degli anelli, ma anche di fornire preziose informazioni sul clima, tramite le dimensioni e la struttura di questi stessi anelli.

Variatione del numero delle macchie solari dal 1610 alla fine del secolo scorso. Il grafico indica che tra il 1645 ed il 1715 circa, il Sole conobbe un periodo di estrema tranquillità, noto come “minimo di Maunder”. Tale periodo risulta compreso nella “Piccola Età Glaciale” che interessò l’Europa tra il 1450 ed il 1850).



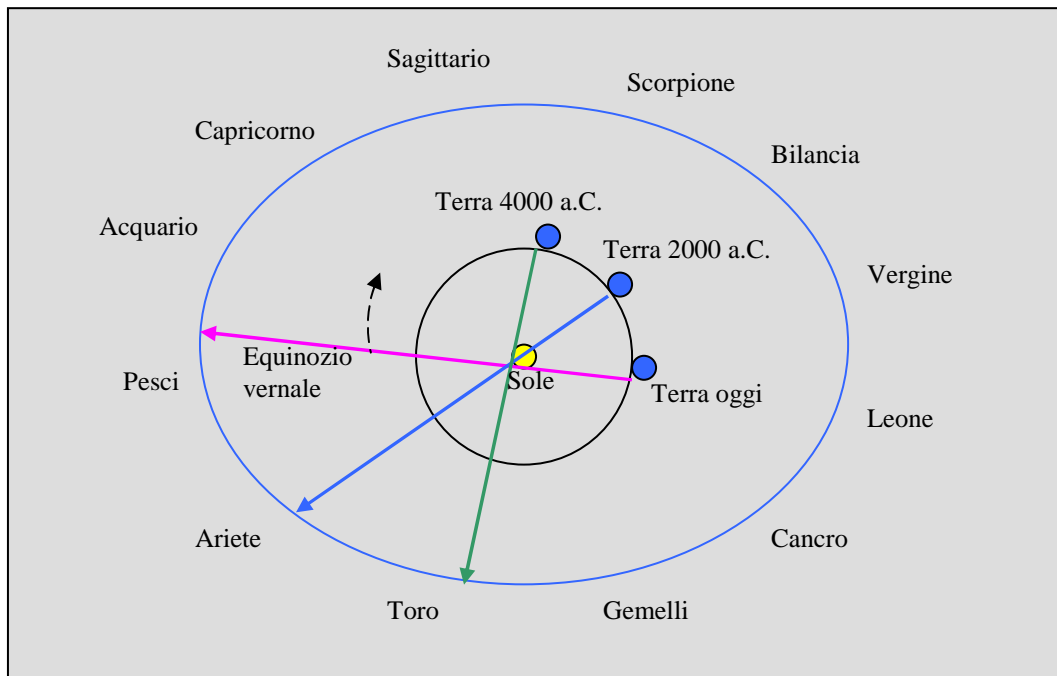
Altra anomalia climatica fu quella riscontrata nel 1816, quando vi fu il cosiddetto “anno senza estate”, in cui le temperature medie furono insolitamente basse in tutto l’emisfero boreale, e la cui causa fu attribuita all’emissione di enormi quantità di polvere vulcanica nella stratosfera, in grado di schermare la luce del Sole, ad opera del vulcano indonesiano Tambora durante un’eruzione esplosiva avvenuta l’anno precedente. A partire dal XIX secolo il clima è andato lentamente riscaldandosi portando ad anomalie climatiche come quella del 2003, in cui vi fu un inverno piuttosto freddo e una lunga estate torrida, che fu fatale a migliaia di persone soprattutto nell’emisfero boreale.

6. Precessione equinoziale e antichi miti.

Si è visto come, nel corso di millenni, al sorgere del Sole sull’orizzonte nei giorni degli equinozi e dei solstizi, passano tutte le costellazioni zodiacali interessate dall’eclittica. Ad ogni epoca ha quindi corrisposto una costellazione al cui interno veniva a trovarsi il punto γ , e ogni volta tale costellazione veniva ad avere un particolare significato simbolico e religioso, dal momento che dal loro punto di vista, un tale fenomeno poteva spiegarsi solo come una manifestazione della volontà divina. In quest’ottica si possono inserire i soggetti di alcune pitture rupestri, rappresentazioni artistiche e divinità di epoca storica e protostorica.

Dal IV al II millennio a.C. il punto γ , che segnava l’inizio della primavera, era nella costellazione del Toro; dalla fine del II millennio all’inizio dell’Era Cristiana esso era nella costellazione dell’Ariete (periodo durante il quale il punto γ prese anche il nome di “Punto

d'Ariete"); dall'inizio dell'Era Cristiana ai giorni nostri il punto γ è nella costellazione dei Pesci. In maniera analoga il punto dell'equinozio autunnale Ω è passato, più o meno negli stessi periodi, dalle costellazioni dello Scorpione, a quella della Bilancia ed è attualmente in quella della Vergine.



Ognuna delle costellazioni interessate dalla presenza dei punti equinoziali, assunse man mano presso i popoli antichi un particolare significato sociale e religioso, dal momento che, dal loro punto di vista, un tale fenomeno poteva spiegarsi solo come una manifestazione divina. È opinione degli storici, che il culto di Mithra (o Mitra), una divinità legata al Sole e dalle origini ancora celate nel mistero, è una testimonianza della miticizzazione legata all'uscita del punto vernale γ dalla costellazione del Toro e alla sua entrata, attorno al 2000 a.C. nella costellazione dell'Ariete. Il più antico riferimento conosciuto del nome *Mitra* si trova su una iscrizione di un trattato, risalente approssimativamente al 1400 a.C., stipulato tra il popolo mediorientale degli Ittiti ed il Regno hurrita di Mitanni, nell'area sud-occidentale del Lago Van. Il trattato è garantito da cinque dèi Indo-Iranici: Indra, Mitra, Varuna e i due cavalieri, gli Ashvin o Nasatya. Gli Hurriti erano guidati da una casta aristocratica guerriera che adorava questi dèi. Già in questo documento Mitra è legato a Varuna, divinità celeste legata alla notte. Ancora oggi Mitra è una importante divinità dell'Induismo e della religione persiana. Compare nei libri sacri dei Veda come uno degli dèi Aditya, una delle divinità solari, dio dell'onesta, dell'amicizia, dei contratti. Nella civiltà persiana, il suo nome fu trasformato in *Mithra* e assunse col tempo sempre maggiore importanza fino a diventare la maggiore divinità della religione dello Zoroastrismo. Egli può essere quindi identificato come una divinità proto-Indo-iranica. In entrambe le culture, Mithra ha una stretta relazione con un'altra divinità, *Varuna*, tanto che le due divinità vengono spesso identificate in una sola: Mithravaruna. Varuna è preposto al ritmo cosmico delle sfere celesti, mentre Mithra è colui che genera la luce all'alba. Nel più tardo rituale vedico una vittima bianca viene prescritta per Mitra, una nera per Varuna.

In tarde parti del libro sacro dell'*Avesta*, Mithra si mette in luce tra gli esseri mortali, col titolo di "Giudice delle Anime", per il suo carattere di verità e legalità. Con questi requisiti si

costituisce come nemico degli spiriti del male e delle tenebre, proteggendo le anime dei morti e accompagnandole, quale psicopompo, nel paradiso. Come tale, il suo animale rappresentativo era il corvo (*corax*), che era anche l'ultimo grado dell'iniziazione alla sua religione, durante la quale il neofito veniva asperso con l'acqua lustrale contenuta in un vaso rituale, morendo e rinascendo — per così dire — ad una nuova vita; tutti simbolismi che si ritrovano in seguito nel battesimo cristiano. La sua figura era accomunata quindi alla luce e al calore e, come tale, era anche il dio della ricrescita della vegetazione (una mitizzazione patriarcale della Grande dea madre?), ricompensando i suoi adoratori con l'abbondanza dei raccolti. La nascita di Mithra, come si conviene ad un dio della luce, viene fatta cadere in coincidenza col solstizio d'inverno (in persiano *Shab-e Yalda*). A lui, nel primo Impero Persiano, venivano dedicato il settimo mese dell'anno ed il sedicesimo giorno di ogni mese. In Mesopotamia era facilmente identificato con *Shamash*, dio del Sole e della giustizia.

In età ellenistica Mithra fu identificato con il figlio di Anahita, dea immacolata, vergine e madre, che presenta molti parallelismi con le divinità-madri del Vicino Oriente e con la religione cattolico-cristiana. La cultura greca associa Mithra al dio solare Hermes-Apollo (Helios), ed il suo culto (il Mitraismo) assume una importanza fondamentale nella Roma del I secolo a.C., espandendosi in breve da lì a tutto l'Impero Romano, divenendone infine una religione ufficiale.

Mithra, soprattutto nell'astrologia romana, presiedeva ai cambiamenti delle stagioni ed al movimento del cielo e di tutto l'Universo. In molte rappresentazioni viene raffigurato nell'atto di uccidere un toro bianco (tauroctonia). La scena rappresenta in effetti la mitizzazione del fenomeno astronomico della precessione degli equinozi: Mithra¹⁴, colui che muoveva l'intero Universo, stava cambiando la posizione della sfera celestiale (la *sphaera coelestis*), uccidendo la costellazione del Toro e muovendo la Terra (o il punto vernale γ) nella nuova costellazione dell'Ariete, tanto che tale punto fu chiamato poi "punto d'Ariete". Questo per gli antichi significava la fine di un'era e l'inizio di un'altra, anche se, in realtà, dal punto di vista astronomico, tale passaggio del punto γ dalla costellazione del Toro a quella dell'Ariete era già avvenuta diciannove secoli prima, e — anzi — la precessione terrestre stava per spostare tale punto nella costellazione seguente, quella dei Pesci. Questo denota comunque che il fenomeno della precessione degli equinozi era già ben conosciuto in antichità. In molte rappresentazioni della tauroctonia di epoca romana, la scena dell'uccisione del Toro comprende anche i simboli del Sole, della Luna, dei sette pianeti, delle costellazioni zodiacali, dei venti e delle stagioni.

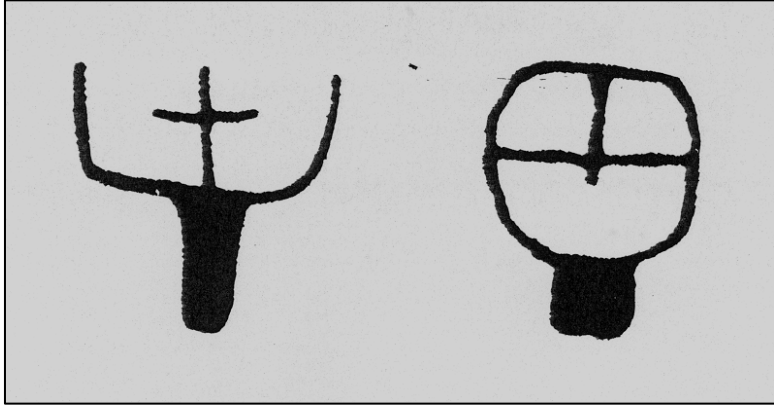


¹⁴ Molti studiosi credono di ravvisare la figura di Mithra nell'attuale costellazione di Perseo.



Tre esempi di sculture e rappresentazioni pittoriche di epoca romana che hanno come soggetto l'uccisione del toro da parte del dio Mithra. Sopra a destra: affresco ritrovato in una camera sotterranea a Roma. Nella pagina precedente: l'Altare del Mitreo del Circo Massimo. Si noti il copricapo frigio di Mithra, tipico delle popolazioni orientali.

A questo riguardo, Luigi Felolo, in una relazione dal tema *Le incisioni rupestri corniformi di Monte Bego e l'equinozio di primavera*, presentata nel 2004 al VII Seminario di Archeoastronomia A.L.S.S.A., tenuta all'Osservatorio Astronomico di Genova, ha suggerito la stimolante ipotesi che la preponderante presenza di incisioni rupestri a carattere corniforme, che costituiscono ben il 46 per cento delle incisioni totali dell'area incisoria del Monte Bego, altro non sia se non una reminescenza del fatto che il Sole, all'equinozio primaverile, si trovava proprio nella costellazione del Toro, animale che rappresenta i corniformi per eccellenza. Che già i popoli del Neolitico conoscessero alcune costellazioni con lo stesso nome con cui sono attualmente conosciute è un'argomentazione che viene ormai accettata da tutti gli studiosi del settore e di cui si parlerà più avanti. Ma un altro fatto curioso è costituito dal fatto che la grande maggioranza delle culture antiche faceva iniziare l'anno calendariale – sia lunare che solare – proprio in coincidenza con l'equinozio di primavera.



Due incisioni corniformi di Monte Bego e, tra le loro corna una croce, simbolo solare.

(cortesia Luigi Felolo)

Molti studiosi, comunque, sono ancora scettici sull'effettiva conoscenza da parte dei popoli di epoca pre-classica del fenomeno della precessione degli equinozi. In questi ultimi anni, studi da me condotti insieme a Ettore Bianchi e a Mario Codebò, sono confluiti in due relazioni congiunte: *Ipotesi astronomica sulla "Stella di Betlemme" e sulle aspettative escatologiche coeve nel mondo mediterraneo*, presentata al V Convegno della Società Italiana di Archeoastronomia (S.I.A.), tenutosi presso l'Osservatorio Astronomico di Brera (Milano) il 23 e 24 settembre 2005, e *Tempo della Creazione e ciclo precessionale nella Bibbia*, presentata al VII Convegno S.I.A., tenutosi al Museo Nazionale Romano (Roma) il 28 e 29 settembre 2007. nella prima relazione si è ipotizzato che il fenomeno celeste individuato dai Magi potesse essere quello del passaggio del punto vernale γ dalla costellazione dell'Ariete a quella seguente dei Pesci. Nella seconda – che verrà presentata anche in questa sede – vengono addotte delle prove che avvalorano la conoscenza del fenomeno della precessione anche in epoche più antiche.

7. Conclusioni

- I fenomeni legati alle variazioni orbitali terrestri (inclinazione dell'asse, precessione e nutazione) non influiscono sugli orientamenti solari e lunari dei monumenti megalitici, ma solo sugli orientamenti stellari.
- Detti fenomeni non influiscono sulle variazioni del clima a breve termine, mentre potrebbe esserci una probabile correlazione con le variazioni climatiche su scale geologiche.

Bibliografia

- Albrile, Ezio *Il mistero dei misteri di Mithra*; www.centrostudilaruna.it
- Amadasi, M.G. – Castellani, V. *La “Coppa Foroughi”*: un atlante celeste del I millennio a.C., *Giornale di Astronomia*, 2005, n. 1, Società Astronomica Italiana (SAIt), Bologna. E su: *Rivista Italiana di Archeoastronomia*, IV, 2006, Edizioni Quasar.
- Bianchi E.– Codebò M.– Veneziano G. *Ipotesi astronomica sulla “Stella di Betlemme” e sulle aspettative escatologiche coeve nel mondo mediterraneo*; Atti del V Convegno Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia (S.I.A.), Milano, 23-24 settembre 2005.
Tempo della creazione e ciclo precessionale nella Bibbia – (dalla Stella di Betlemme alla creazione del mondo); Atti del VII Convegno Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia (S.I.A.), “Il Cielo e l’Uomo: problemi e metodi di astronomia culturale”, Roma, 28-29 settembre 2007.
- Cattabiani, A. *Planetario, simboli, miti e misteri di astri, pianeti e costellazioni*; 1998, Edizioni CDE, Mondadori, Milano.
- Cecchini, Gino *Il Cielo* ; 1969, Editrice U.T.E.T.,Torino
- Ferreri, Walter *Costellazioni e mito*; 2000, Speciali di Nuovo Orione, Sirio S.r.l., Milano
- Gingerich, O. – Welther, B. *Some puzzles of Ptolemy’s star catalogue*; *Sky & Telescope*, maggio 1984
- Gioanetto, F. O *Religiosità nel cosmo*; AAM terra nuova, marzo 1999, Borgo San Lorenzo, Firenze.
- Gribbin, John *Enciclopedia di Astronomia e Cosmologia* ; 1998, Garzanti Editore
- Herouni, Paris M. *Armenians and Old Armenia*, 2004, Tigran Mets, Yerevan, Armenia.
- Hogben, Lancelot *Sacerdoti-astronomi e antichi navigatori*; 1978, Zanichelli Editore
- Hoskin, Michael *Tombs, Temples and their Orientations – A New Perspective on Mediterranean Prehistory* ; 2001, Ocarina Books Ltd., Bognor Regis, Sussex, United Kingdom
Stele e Stelle ; 2006, Editrice Ananke, Torino (a cura di Mario Codebò)
- Joffe, Marc *La conquista delle stelle* ; 1958, Arnoldo Mondadori Editore
- Leroi-Gourhan A. *Le Religioni della Preistoria.* – 1970, Rizzoli Editore, Milano; ristampa Piccola Biblioteca Adelphi, n.303 (1993).
- Lugli, Ubaldo *Orientamento astronomico e mitologia classica*; Atti del Convegno Internazionale “Archeoastronomia: un dibattito tra archeologi ed astronomi alla ricerca di un metodo comune”; San Remo (Imperia), 1-3 novembre 2002
- Morel, Corinne *Dizionario dei Miti, dei Simboli e delle Credenze*; 2006, Giunti Editore, Firenze
- Tokhàtayan, Karen *I riflessi dell’antica conoscenza astronomica nell’arte rupestre dell’Armenia*; Atti del Convegno Internazionale “Archeoastronomia: un dibattito tra archeologi ed astronomi alla ricerca di un metodo comune”, San Remo (Imperia), 1-3 novembre 2002

L'Autore

Giuseppe Veneziano, nato a Genova nel 1959, si è dedicato metodicamente all'astronomia da oltre trenta anni. Socio della Sezione Astrofili dell'Università Popolare Sestrese, è stato a lungo segretario e responsabile alla divulgazione dell'Osservatorio Astronomico di Genova del quale, a partire dal 1997, ne è diventato direttore. Nello stesso anno è stato tra i soci fondatori dell'Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (A.L.S.S.A.). È membro della Società Italiana di Archeoastronomia (S.I.A.).

È redattore del periodico scientifico ARS edito dall'Associazione di Ricerca Scientifica, di Villanova Mondovì (Cuneo) ed è, dal 1991, nel comitato di redazione della rivista PEGASO edita dall'Associazione Astronomica Umbra.

Dopo aver frequentato per tre anni la facoltà di biologia presso l'università di Genova, svolge attualmente l'attività di perito chimico industriale presso la più grande azienda siderurgica italiana.

Veneziano Giuseppe
Via Bartolomeo Parodi, 36/1
16014 Ceranesi (Genova)

tel.: 339-4679590

e-mail: vene59@libero.it