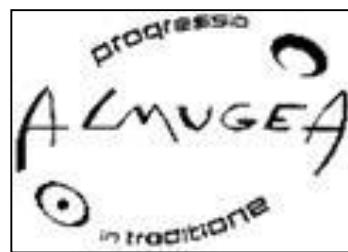


Francesco Maggiore

**Note sulla questione del Tempo in Astrologia alla
luce dei più recenti sviluppi dell'Astronomia**

ovvero

**Come si potrebbe (*forse*) calcolare con precisione il
TSN**



Pubblichiamo con gran soddisfazione il contributo che il nostro amico Francesco Maggiore ha voluto ardente condividere con la nostra comunità ciò che attiene la purtroppo complessa per noi astrologi questione della misurazione del tempo.

Da esperto studioso, ci rende partecipi dei progressi dell'astronomia su questo complicato argomento. Noi astrologi si va avanti a calcolare il TSN seguendo una prassi per certi versi consolidata da un paio di millenni, ma ora apprendiamo che tanto precisa essa non è. Invero per la nostra epoca differenze sostanziali tra la nostra procedura e quella rinveniente, appunto, dalle attuali misurazioni scientifiche possono essere trascurabili (ma non sempre), ma come ben argomenta Francesco alla fine dell'*Appendice B* del suo trattato, per il calcolo della domificazione di date anteriori al XX secolo o posteriori al XXI (semprché la nostra dissennata civiltà non ci conduca ben prima all'autodistruzione - evento d'altra parte auspicabile per il riequilibrio di Gaia o Madre Terra che dir si voglia -), questa nostra prassi proprio consegna risultati sballati.

Nella prima parte l'autore si sofferma sulla storia della misurazione del tempo, e nella seconda espone il metodo scientifico odierno. Da qui il testo diviene complicato, ma costituisce pur sempre un dovere etico per l'astrologo non ignorare i progressi dell'astronomia. Alle cui precise misurazioni sempre noi dobbiamo riferirci, giacché su di esse noi caviamo i nostri giudizi. L'astronomia misura, noi cerchiamo di comprenderne gli effetti su quel che accade nel nostro pianeta, sia che si tratti di astrologia genetliaca che cattolica (senza escludere quella catarchica, sulla quale non mi pronuncio, sapendone io quasi nulla).

Pertanto è d'uopo rileggere più volte il contributo di Francesco, come ho fatto io stesso: ad ogni rilettura comprenderemo qualcosa in più. E non sarà inutile sforzo. In un certo senso, ci si può anche divertire.

Purtroppo un paio di settimane dopo la pubblicazione di questo articolo improvvisamente l'autore è deceduto. Pertanto dobbiamo sopprimere l'invito ai lettori interessati di contattarlo. Resta comunque il suo prezioso contributo, che cercheremo di onorare.

g.u.

Francesco Maggiore non è, per sua ammissione, un tipo *facile*.

Non certo nel senso che in un passato ormai remoto (è nato a Palermo nella prima decade di gennaio del 1955) non abbia amato volar *di fiore in fiore*, ma in quello che invece l'ha fatto fin troppo riguardo ai suoi interessi, iscrivendosi ad esempio a ben cinque diverse Facoltà universitaria senza ma laurearsi in nessuna di quelle discipline.

In particolare, questa sua vaghezza, l'ha portato a dedicare il tempo libero dal lavoro, cioè tutto da quando è in pensione, a due passioni apparentemente contrastanti: l'Astrologia e l'Astronomia. Riguardo a quest'ultima, stando alle sue conoscenze d'informatica, nel settembre del 2015 il *Kennedy Space Center* della NASA, nella persona di Christopher Copelan, gli ha rilasciato un attestato in cui l'autorizzava ad utilizzare il loro software.

Riguardo all'Astrologia, dopo essersi avvicinato alla scuola di *Astrologia Attiva* di Ciro Discepolo, l'ha abbandonata dichiarandosi – col passar del tempo – sempre più scettico riguardo all'effettiva validità di alcune tecniche previsionali, e financo alla stessa *interpretazione* del Tema natale, troppo spesso affidata a quella che definisce la “pappagallesca ripetizione” di aforismi che tanti autori riportano – tranne rarissime eccezioni – senza preoccuparsi di citarne le fonti, né tampoco d'averne testato la validità nella loro attività “sul campo”. L'Astrologia, così, resta a suo dire un “Arte” nella quale, più che all'apprendimento di “tecniche”, chi la pratica dovrebbe piuttosto affidarsi al proprio intuito.

Premessa

Da quando le strade dell’Astronomia e dell’Astrologia sono state forzosamente separate, nell’ormai lontano 1666, l’Astrologia non ha certo smesso d’esistere, ed è stata addirittura praticata anche da celebri astronomi (basti citare Domenico da Novara, il suo allievo Niccolò Copernico, Gerolamo Cardano e perfino Galilei), per quanto di molti di loro s’è poi detto che lo facessero solo per “arrotondare” le loro magre entrate... La presunta “rinascita” dell’Astrologia avviene però solo sul finire del XIX secolo ad opera di una vasta schiera di teosofi ed “esoterici” di varia estrazione. Per sintetizzare al massimo si può dire che durante il secolo successivo (quello trascorso ormai da cinque lustri) abbiamo assistito ad una spaccatura tra quanti hanno proseguito su quella strada, adeguandosi – se non essendone i promotori – alle teorie *New Age* e *Next Age*, ed altri che hanno invece concentrato i loro sforzi sul riconoscimento dell’Astrologia come Scienza.

Personalmente non mi riconosco né negli uni né negli altri, perché i primi l’hanno imbastardita inventandosi di tutto e di più, mentre i secondi hanno compiuto sforzi immani per arrivare a presunte dimostrazioni statistiche della sua validità. Tradendone anch’essi la sua vera natura di *Arte*, così come la stessa Medicina, che più che “scienza” è *Ars Medica*, come la definirono Galeno e Celso. Di qui la necessità di riappacificarci col *metodo scientifico*, ponendo fine al tentativo di emularlo proprio mentre una vasta schiera di scienziati, già da mezzo secolo, ne evidenzia i limiti e ne mette in dubbio le metodiche sinora seguite¹.

A fianco della categoria degli astronomi ne esiste ormai da tempo un’altra, che è quella degli “Astrofili”: appassionati d’Astronomia privi di titoli accademici sufficienti a farli ascrivere alla categoria degli astronomi, che tuttavia – procurandosi con duri sacrifici strumenti spesso rudimentali – riescono comunque a volte a dare un apporto non indifferente alla scienza che li appassiona². Anch’io rientro in questa schiera e, se da mezzo secolo la mia principale passione è l’Astrologia, negli anni passati ho sia posseduto che venduto telescopi della prestigiosa casa “Auriga”.

Questo mi rende in un qualche modo un animale “bicefalo” o, volendo usare un termine meno “alto”, uno che sta con un piede in due staffe, lasciando convivere in sé la passione per entrambe le discipline. Per questo mi permetto di pensare che a volte i colleghi astrologi pecchino di superficialità. Quando, una trentina d’anni fa, tenevo ancora corsi d’Astrologia, era per me una pugnalata al costato vedere i miei “allievi”, quando li invitavo a volgere davvero lo sguardo al cielo, scambiare Marte con Arturo o viceversa...

¹ Cfr., fra tanti altri, *The Tao of Physics* di Fritjof Capra, fisico e teorico dei sistemi viennese di fama internazionale, pubblicato nel 1975.

² Basti ricordare Lorenzo Sassaro, un sedicenne di Crespadoro (Vicenza), che nel 2024 è stato autore della scoperta di una stella variabile nella costellazione della Carena, poi denominata “MarSEC2_V2” dall’*Unione Astronomica Internazionale* (IAU).

Ma in questo mi ritrovo in buona compagnia, se è vero che già al-Bīrūnī³ ebbe a scrivere che non avrebbe dovuto tentare d'occuparsi d'Astrologia chi non si fosse fatto prima le necessarie “basi” d’Aritmetica, Geometria, Astronomia, Gnomonica e Calendario...

Sul Calendario (ma sarebbe meglio dire *sui Calendari*) ci sarebbe da scrivere tanto, e per la verità in tanti l’hanno già fatto meglio di quanto potrei farlo io⁴.

Per chi – come me – ama la Gnomonica, il testo di riferimento non può che essere l'imponente *Orologi Solari, Trattato completo di Gnomonica*, scritto dall’Ammiraglio Girolamo Fantoni e pubblicato nel 1988 da Technimedia.

D’Aritmetica e Geometria mastico l’indispensabile, ma se da un lato riesco a cimentarmi nella indispensabile *Trigonometria sferica*, dall’altro debbo confessare che aver frequentato il Liceo Classico non m’ha consentito di farmi le necessarie basi d’*analisi matematica* e di *geometria analitica* che in tante occasioni – studiando Astronomia – mi sono ritrovato a rimpiangere di non possedere.

Passando infine all’Astronomia, se è vero che è stata il più grande amore della mia vita insieme all’Astrologia, non si può dire mai di saperne abbastanza, specie se ci si occupa di *meccanica celeste*, anche perché ormai da tempo i “veri” astronomi, interessati più alla radioastronomia ed agli “esopianeti” che al nostro *povero, piccolo e periferico Sistema Solare*, sono gli ultimi ai quali ci si può rivolgere per cercare aiuto.

Un certo supporto possiamo invece trovarlo nel *Jet Propulsion Laboratory* della NASA, se non altro perché non interessandosene non potrebbe organizzare le sue sempre più azzardate missioni. Tuttavia, quello che ha guidato negli anni i miei tentennanti passi è stato soprattutto quel sant’uomo di Jean Meeus che, pur facendo di professione il meteorologo in Belgio, dov’è nato nel 1928, ha dedicato la sua intera vita alla divulgazione delle formule che ci possono consentire di compilare le nostre Effemeridi, così come l’orario di levata e di tramonto dei pianeti, le tante “stranezze” legate ai capricciosi moti del nostro unico satellite, e tanti altri argomenti che, trattati in maniera più “cattedratica”, risulterebbero inaccessibili ai più.

Questo non vuole comunque essere un “Trattato di Astronomia per Astrologi”.

Sono stato tentato di farlo, un tempo, e il compianto Federico Capone arrivò ad anticiparmi addirittura una grossa cifra per invogliarmi a scriverlo, ma – pur

³ Vissuto tra X e XI secolo al-Bīrūnī fu tra i più importanti astrologi, astronomi e filosofi della cultura islamica. La sua opera fondamentale, *L’arte dell’Astrologia*, è stata pubblicata in Italia da Mimesis nel 1997 a cura di Giuseppe Bezza. Si tratta di una delle più complete introduzioni all’astrologia antica. Il trattato si presenta come risultato di una proficua sintesi tra elementi astrologici greci, indù e iranici. Per molti secoli, in Oriente, questo testo venne considerato il manuale di riferimento per chiunque volesse accostarsi allo studio dell’Astrologia.

⁴ Basti citare, ad esempio, David E. Duncan, *Il Calendario*, Ed. Piemme, 1988; Émile Biémont, *Ritmi del tempo, Astronomia e calendari*, Ed. Zanichelli, 2002, e – in lingua inglese – Reingold-Dershowitz, *Calendrical Calculations*, Cambridge University Press, 1997-2018.

avendo iniziato a farlo – desistetti allora da tale ambizioso progetto chiedendomi, soprattutto, in quanti sarebbero stati davvero interessati a leggerlo. Così restituii la cifra al buon Federico, giusto in tempo prima che ci lasciasse nel 2001, e non se ne fece più nulla.

Ma c'è una questione importante che è a mio avviso doveroso affrontare, ed è il *calcolo dei tempi* che, in questo primo quarto del XXI secolo, è stato profondamente riveduto e corretta da parte degli astronomi. Perché lo ritengo *doveroso*? Perché sul calcolo del tempo degli eventi noi astrologi basiamo uno degli elementi fondamentali nella stesura di un Tema natale: la *domificazione*.

Nella prima parte, quindi, riepilogherò come è stato calcolato il tempo dagli albori della civiltà sino al XIX secolo. È più un trattatello di storia della Scienza che non d'Astronomia o Astrologia, e quindi chi non lo trovasse poi tanto interessante può pure limitarsi a leggerne l'introduzione per poi saltarlo a piè pari.

Nella seconda descriverò invece le principali innovazioni introdotte, nel calcolo del tempo, nel corso degli ultimi duecento anni (o quasi). È una parte decisamente impegnativa ma, per quanto io abbia evitato di entrare più del necessario nel merito di alcune importanti risoluzioni, è indispensabile per capire cosa e *perché* è cambiato. Per farlo dovrò necessariamente parlare delle principali Istituzioni che ne sono state artefici, ossia la IAU (*International Astronomic Union*), fondata nel 1919, una delle cui *Commissioni* si occupa proprio di ciò che riguarda il Tempo, e lo IERS (*International Earth Rotation and Reference Systems Service*), nato nel 1987⁵ per volere della IAU e dell'*International Union of Geodesy and Geophysics*, allo scopo di sostituire l'*International Polar Motion Service* (IPMS) e la sezione per l'osservazione della rotazione terrestre del francese *Bureau International de l'Heure* (BIH).

Nella terza parte, infine, vi mostrerò a confronto il nuovo metodo di calcolo del TSL (*Tempo Siderale Locale*) con quello che abbiamo fino ad oggi usato per calcolare il TSN (*Tempo Siderale di Nascita*). TSL e TSN sono esattamente la stessa cosa, ma aggiornando il nostro metodo scopriremo quali innovazioni è necessario apportare al suo calcolo perché la *domificazione* (che è fondata appunto sul TSN) rispecchi davvero la realtà astronomica *del tempo dell'evento* che, nel nostro caso, è ovviamente la nascita del soggetto.

⁵ In realtà, quando divenne operativo nel 1988, questo Istituto fu dapprima chiamato *Earth Rotation Service*, e solo nel 2002 è stato rinominato *International Earth Rotation and Reference Systems Service*.

1 – *La misura del Tempo nel tempo*

«Che cosa è dunque il tempo? Se nessuno me ne chiede, lo so bene: ma se volessi darne spiegazione a chi me ne chiede, non lo so: così, in buona fede, posso dire di sapere che se nulla passasse, non vi sarebbe il tempo passato, e se nulla sopraggiungesse, non vi sarebbe il tempo futuro, e se nulla fosse, non vi sarebbe il tempo presente. Ma in quanto ai due tempi passato e futuro, in qual modo essi sono, quando il passato da una parte più non è, e il futuro dall'altra, ancora non è? In quanto poi al presente, se sempre fosse presente, e non trascorresse nel passato, non più sarebbe tempo, ma sarebbe, anzi, eternità. Se, per conseguenza, il presente per essere tempo, in tanto vi riesce, in quanto trascorre nel passato, in qual modo possiamo dire che esso sia, se per esso la vera causa di essere è solo in quanto più non sarà, tanto che, in realtà, una sola vera ragione vi è per dire che il tempo è, se non in quanto tende a non essere?»

(Agostino d'Ippona, *Le confessioni*, XI, 14-18, Zanichelli, 1968)

Aurelio Agostino d'Ippona, che i più conoscono come “Sant’Agostino”, da filosofo mistico qual era s’occupò molto del problema del tempo, che descrisse come un fenomeno, creato da Dio, che non può esistere senza la Sua volontà, ma è soprattutto una dimensione interiore dell’anima, una *distensio animi* (distensione dell’anima) in cui passato, presente e futuro si mescolano. Il passato è *memoria*, il futuro è *attesa*, e il presente è *attenzione*. L’anima è quindi a suo dire quella che misura il tempo, non le cose stesse, perché il tempo è un fluire di impressioni che l’anima rielabora, collegando la fugacità degli eventi all’eternità di Dio.

A parte la citazione di Dio, che da agnóstico non riesco a fare mia, la posizione di Agostino non è comunque lontana da quella che ho personalmente: per leggere la citazione con la quale s’apre questo capitolo – se la vostra lingua è l’italiano – ci avrete messo poco meno d’un minuto, ma magari vi siete poi soffermati per comprendere quale ne fosse il senso. Quindi c’è un *passato*, rappresentato da quando avete iniziato a leggere, un *presente*, in cui state continuando a scorrere queste righe, ed un *futuro*, quando cioè comincerete a chiedervi dov’io voglia arrivare. L’esistenza di un *passato*, di un *presente* e di un *futuro* rappresenta in maniera incontrovertibile l’inesorabile scorrere del Tempo.

Perché dico *inesorabile*? Anzitutto perché ogni giorno ci allontana dal momento in cui siamo venuti al mondo e ci avvicina – ci piaccia o no – a quello in cui dal mondo spariremo, almeno come presenza fisica; in secondo luogo perché per quanto in tanti abbiano ipotizzato che in qualche modo a ciò si possa ovviare, esiste la cosiddetta *freccia del tempo*, ossia un principio – legato alla seconda legge della Termodinamica – che afferma che non si può in alcun modo cambiare il “verso” del tempo, passando ad esempio dal futuro al presente o addirittura al passato...

Sì, da un po' di tempo lo studio dei *buchi neri* ha portato alcuni ad ipotizzare l'esistenza di *tunnel spazio-temporali*, ma al momento queste ricerche servono più ad ispirare illuminati registi a scrivere la trama di bei film di fantascienza, che non a rivedere la nostra posizione in merito. Ma voglio rassicurare i miei ventiquattro lettori⁶: non ho alcuna intenzione di complicare le cose cominciando a parlare di Termodinamica, o di *entropia* e quant'altro; la nostra quotidiana esperienza è già sufficiente a dimostrare che con la memoria possiamo rivisitare i fatti del passato, ma mai porre rimedio a degli errori eventualmente fatti tornando realmente indietro per evitarli!

Allo stesso modo possiamo immaginare il nostro futuro, ma è assai raro che le cose procedano nel modo in cui ce lo augureremmo. Perfino gli Astrologi più seri dovrebbero ammettere che le loro *previsioni* hanno sempre e comunque un valore aleatorio: posso cercare di dirti se i tuoi dadi daranno un valore maggiore o minore di sei, ma non prevedere con certezza se la loro somma sarà due o dodici...

E siamo al punto: questo non è un testo di filosofia né, in senso stretto, d'Astrologia. Si rivolge agli astrologi, certo, ma unicamente allo scopo di chiarire le *nostre* idee (presuntuosamente mi metto nel novero anch'io) riguardo un argomento fondamentale come il Tempo.

Oggi, chi ancora si prende la briga di *calcolare* un Tema Natale da sé (e quindi parliamo già d'una sparuta minoranza, composta da quanti non preferiscono ricorrere ad uno dei tanti *siti* che ce lo forniscono "bell'e fatto", senza peraltro preoccuparsi di spiegarci in che modo esso sia stato calcolato), consulta delle *Effemeridi*, e prende per buono il valore del "Tempo Siderale di Greenwich per l'ora 0 del giorno", oltre che delle posizioni dei pianeti per quello stesso orario, considerandone per giunta – almeno nella maggior parte delle Effemeridi disponibili sul mercato⁷ – solo la posizione in "longitudine eclittica", passando sopra al fatto che questo solo dato, di per sé, ha un valore a volte assai relativo.

Che dire infatti di tanti "falsi" aspetti, specie opposizioni e congiunzioni, che nascono solo dal non considerare la latitudine (o meglio ancora la declinazione equatoriale) dei pianeti interessati, o di quelli che all'opposto ci sono – di fatto – ma considerando solo la longitudine eclittica non sembrano manifestarsi?

⁶ Non riesco a condividere la presunzione di Manzoni, che sperava d'averne addirittura venticinque!

⁷ Le prime Effemeridi pubblicate in lingua italiana (salvo errori od omissioni) sono state quelle indicate al testo *Astrologia, Trattato completo teorico-pratico* di Nicola Sementovsky-Kurilo (1901-1979), la cui prima edizione fu pubblicata dalla Hoepli nel 1955; il grande Federico Capone (1923-2001) pubblicò nel 1983 le Effemeridi dal 1582 al 1699, calcolate da Michele Mauro e Ciro Discepolo; quest'ultimo, in quello stesso anno, pubblicò per i tipi di Armenia il suo *Le Effemeridi dal 1900 al 2010*, e con lo stesso editore *Le nuove Effemeridi dal 2000 al 2050* nel 2013; nel 2015, poi, Rocco Pinneri ha arricchito la nona edizione del Sementovsky-Kurilo con le Effemeridi da lui calcolate dal 1901 al 2029. Tuttavia chi vuole consultare delle Effemeridi ha a disposizione anche diversi siti per farlo *online*: è doverosa – tra tutte – la citazione delle *Swiss Ephemeris*, ma tantissime "app" possono essere scaricate perfino sul proprio cellulare.

Ma sto già divagando, *e il Tempo passa...* cerchiamo allora d'andare al *dunque*: il Tempo, oltre ad essere perfino difficile da definire, è uno degli argomenti meno conosciuti, nonostante *leggere l'orologio* sia una delle prime cose che s'insegnano ai bambini, che almeno questo l'imparano volentieri perché – se non sapessero farlo – non potrebbero sapere quanto manca alla ricreazione, o all'inizio del loro programma televisivo preferito...

La danza delle ore

Nell'ormai lontano ottobre del 1994 un mio articolo con questo stesso titolo compariva sulle pagine della rivista *Ricerca '90*, un trimestrale d'Astrologia voluto e diretto da Ciro Discepolo come "contraltare" a *Linguaggio Astrale*, che è la rivista ufficiale del CIDA (il *Centro Italiano Discipline Astrologiche* – oggi *Centro Italiano di Astrologia* – fondato nel 1970 a Torino da Federico Capone, Claudio Cannistrà, Roberto Sicuteri, Grazia Mirti, Sergio Ghivarello e Dante Valente).

L'avevo scritto con la scusa d'individuare il vero orario della nascita di Giacomo Leopardi⁸, ma proprio di una *scusa* si trattava, in realtà, perché il vero scopo era già allora quello di chiarire le basi dei diversi *sistemi orari*, tentando di fare un po' di chiarezza sull'argomento. Ne riporterò di seguito alcuni estratti, ottimi per introdurre gli argomenti che svilupperò in seguito:

«La parola “tempo” deriva da un’antichissima radice indoeuropea: “TEM”, il cui significato è “tagliare” o “dividere”. “Tempo”, in altri termini, equivarrebbe a dire “divisione (del tempo)”. Come a dire: il tempo c’è, ed è un dato di fatto talmente inconfutabile che non possiamo parlare di esso altrimenti che nei termini delle sue possibili suddivisioni. (...) Newton, ad esempio, ci ha lasciato qualche pagina interessante in proposito:

Fin qui è stato indicato in quale senso siano da intendere, nel seguito, parole non comunemente note. Non definisco, invece, tempo, spazio, luogo e moto, in quanto notissimi a tutti. Va notato, tuttavia, come comunemente non si concepiscono queste quantità *che in relazione a cose sensibili*. Di qui nascono i vari pregiudizi, per eliminare i quali conviene distinguere le medesime quantità in assolute e relative, vere e apparenti, matematiche e volgari. Il tempo assoluto, vero, matematico, in sé e per sua natura senza relazione ad alcunché di esterno, scorre uniformemente, e con altro nome è chiamato *durata*; quello relativo, apparente e volgare, è una misura (esatta o inesatta) sensibile ed esterna della durata per mezzo del moto, che comunemente viene impiegata al posto del vero tempo: tali sono l’ora, il giorno, il mese, l’anno»⁹.

⁸ Sulla posizione da me espressa in quella occasione intervenne il compianto Mario Zoli (1939-1995) in una lettera del 13 settembre '94 indirizzata a Ciro Discepolo. Zoli, pur dichiarandosi “ammirato” per il mio intervento, ritenne opportuno esprimersi criticamente circa alcune mie osservazioni riguardo il calcolo del tempo all’epoca e nel luogo di nascita del grande poeta, ma questo non è certo argomento che ci interessa trattare in questa sede.

⁹ *Philosophiae naturalis principia mathematica*, 1713.

(...) Il “cronotopo”! di cui parlano Minkowski ed Einstein, riunisce in un tutt’uno le categorie di “tempo” e “spazio”, legando la loro esistenza alla catena di eventi scatenatisi col “big-bang”. Per quanto ci riguarda, comunque, non abbiamo fortunatamente bisogno di studiare la teoria della relatività per gli scopi che ci prefiggiamo. Cominceremo, piuttosto, col riagganciarci all’interessante paginetta di Newton per sottolineare la differenza tra *tempo soggettivo* e *oggettivo*: per uno che ha la moglie in sala parto, può trascorrere “un’eternità” mentre le lancette dell’orologio non si spostano che di qualche ora! A quale sistema di riferimento possiamo far ricorso per ottenere una misura del tempo uguale per tutti? La risposta più ovvia – “l’orologio” – è tutt’altro che banale: la storia della misurazione del tempo, in effetti, coincide un po’ con la storia dei marchingegni inventati dall’uomo per misurarlo. Ecco perché il nostro “viaggio nel tempo” sarà, alla fin dei conti, un viaggio nell’orologeria. (...)

Ogni momento del giorno e della notte (...) è intimamente associato, dentro di noi, a sensazioni particolari. Pur non avendo studiato il problema dal punto di vista proprio della “nostra” psicologia, sono da secoli al corrente di questo fatto gli indiani, che non si sognerebbero mai di intonare un “raga della sera” sotto il sole cocente del mezzodì. Ricade certamente nella nostra personale esperienza, del resto, quanto il ritmo delle stagioni incida profondamente sul nostro umore, oltre che sul carattere dei nati: non per niente il “solare” Leone nasce a cavallo tra luglio e agosto, nel cuore dell’estate, e il “freddo” Acquario tra gennaio e febbraio, in pieno inverno. (...) Da tempo i biologi hanno ammesso l’esistenza di un “orologio biologico” in virtù del quale i viventi sono in grado di organizzare la loro vita anche in assenza di calendario e orologio... Con un famoso esperimento, ad esempio, è stato dimostrato che gli scoiattoli in cattività cadono in letargo nello stesso periodo di quelli liberi, anche se le condizioni dell’ambiente in cui vivono sono mantenute costanti nel tempo. (...) Evidentemente gli animali possiedono un meccanismo che tiene conto del tempo anche in assenza di riferimenti esterni. Come mai, allora, l’uomo primitivo sentì ad un tratto la necessità di tenere conto del tempo? Questa domanda, come tante altre relative alla scomparsa nell’uomo dei comportamenti istintivi tipici di tutti gli altri animali, non può avere che una risposta: con l’inizio della *vita sociale*, all’interno delle prime aggregazioni umane, la necessità che ogni membro della tribù desse il suo apporto, secondo le sue specifiche attitudini, fece sì che ai ritmi che ad ognuno avrebbe suggerito il suo istinto si sostituisse un ritmo *comune* stabilito per tutti da un personaggio al quale questo compito era stato demandato (verosimilmente il Re-sacerdote).

È a questi personaggi che dobbiamo, verosimilmente, i primi “orologi” e i primi calendari. Com’erano fatti questi primi strumenti di misurazione del tempo? Torniamo a Newton, che definiva il tempo “relativo” come “una misura (esatta o inesatta) sensibile ed esterna della durata per mezzo del moto”. A quale “moto” poterono riferirsi i nostri avi per misurare il tempo, prima dell’invenzione della meccanica? Avrete senz’altro intuito che la risposta a questa domanda è: “al moto degli astri”. O, come preferirebbero gli astronomi, ai moti del nostro pianeta. Sono

i movimenti della Terra nello spazio, infatti, che da sempre ci aiutano a scandire il passare del tempo. Del resto, se parliamo di “rivoluzione della Terra intorno al Sole” ovvero di “orbita del Sole intorno alla Terra, all’interno del Cielo che Gli appartiene”, la sostanza non cambia: il risultato di questo movimento, da qualunque punto di vista lo si osservi, è sempre e comunque quel periodo di tempo che oggi, come allora, definiamo *Anno*. Allo stesso modo, ancora oggi, definiamo *Mese* il periodo durante il quale il Sole sembra stazionare nel medesimo segno zodiacale (anche se per il mese, come vedremo, il criterio non è sempre stato questo). *Giorno* l’alternarsi di una notte e di un dì, legato al movimento di rotazione della Terra intorno al proprio asse, *Ora* l’arbitraria suddivisione del giorno che, in base a vari criteri, si è ritenuto opportuno applicare.

Cominciamo proprio dalla divisione del giorno in ore il nostro “flash-back” sulla storia della misura del tempo in base a criteri astronomici. Per l’uomo primitivo – cacciatore, contadino o pastore che fosse – è verosimile che fosse sufficiente distinguere il giorno chiaro, o *dì*, tempo del lavoro, dalla buia *notte*, tempo dedicato, per amore o per forza, al riposo. È interessante notare che mentre “dì” deriva dalla stessa radice indoeuropea di “Dio”, “Giove” etc., con il significato di “luce radiante”, il nostro “luce” deriva da un’altra radice indoeuropea il cui significato è invece “luce riflessa” (come la luce lunare). A marcare il passaggio dal dì alla notte (e viceversa) era più che sufficiente il maestoso spettacolo offerto dal Sole nel momento della sua levata e in quello del suo tramonto. L’archeoastronomia ci insegna che altrettanta attenzione fu posta dagli antichi ai momenti di levata e tramonto dell’altro luminare: la Luna. L’apparizione e la scomparsa dell’astro della notte, tuttavia, non potevano avere alcuna relazione con la durata del giorno, dal momento che il nostro satellite anticipa quotidianamente la sua levata di quasi 50 minuti. Il primo “orologio” dell’umanità è stato verosimilmente realizzato con un pezzo di legno o un *menhir* (...).

Fu infatti col solo ausilio di un ramo o di una pietra sufficientemente diritti che i nostri antenati, non appena presa confidenza col concetto di “ombra”, partorirono l’invenzione che fa a pieno diritto da capostipite a tutti gli strumenti astronomici: lo *gnomone*. Lo ‘gnomone’, nella sua forma più semplice, non è infatti altro che un bastone confiscato per terra di modo che la sua ombra, seguendo lo spostarsi del Sole nel cielo nell’arco della giornata, descrive un arco (detto in gnomonica *linea diurna*) massimamente distante dal gnomone all’alba e al tramonto, e vicinissimo ad esso al mezzodì (solo tra l’Equatore e i Tropici per due volte l’anno, ed al Tropico del Cancro in occasione del Solstizio d’Estate, e a quello del Capricorno per il Solstizio d’Inverno, l’ombra si annulla del tutto, essendo il Sole esattamente allo Zenit). La divisione della “linea diurna” in parti, fu certamente il primo passo verso la divisione del giorno in “ore”. Da notare che uno gnomone accanto al quale si disegni in modo indelebile una o più linee diurne (ricordiamoci infatti che la lunghezza delle ombre cambia con le stagioni) diventa già una forma primitiva del primo “orologio” che la storia ricordi: l’*orologio*

*solare*¹⁰. Agli albori le linee diurne vennero divise semplicemente in tre o quattro parti. Le popolazioni medio- ed estremo-orientali, ad esempio, preferirono dividere all'inizio il giorno in tre parti, presto ulteriormente suddivise in due parti per ciascuna, per un totale di sei periodi tra l'alba e il tramonto, ottenendo così sei "ore" ciascuna delle quali della durata di due di quelle alle quali siamo oggi abituati. Una traccia di questa divisione del dì in sei "ore" ci è rimasta in parecchi documenti provenienti dalla Mesopotamia e dall'antico Egitto. La tetrapartizione, invece, fu preferita dagli antichi Greci, per passare poi in "eredità" ai Romani. Oltre tutto essa aveva un fondamento ben preciso: collegava analogicamente i periodi del giorno alle quattro stagioni dell'anno. La parola "ora", infatti, viene dal greco "ὥρα", il cui significato è proprio "stagione".

Le antiche civiltà, come tutti sappiamo, erano molto spesso impegnate in imprese militari, e trascorrevano pochissimo del loro tempo "in pace"¹¹. Cosa c'entra questo col nostro discorso? Presto detto: vi siete mai chiesti come facevano le sentinelle a darsi il cambio di notte? Non certo consultando l'orologio della torre campanaria, dal momento che non solo quest'ultimo, ma neanche le campane erano state ancora inventate (...). Ecco come è nata l'esigenza di un misuratore del tempo che non avesse bisogno del Sole. Il problema fu risolto con la *clessidra*, che originariamente era molto diversa da come la conosciamo adesso: si trattava semplicemente di un vaso di pietra munito presso il fondo di un foro di deflusso, dal quale non già la sabbia, ma l'acqua, fuoriusciva lentamente per scoprire, poco a poco, una scala graduata disegnata all'interno del vaso (le clessidre a sabbia nacquero successivamente, come misuratori di brevi periodi e non come "orologi"). Grazie alle clessidre ad acqua fu dunque possibile risolvere non solo il problema delle numerose sconfitte dovute alle sentinelle dal sonno profondo... ma anche quello della divisione della notte in altre "ore", che variavano di numero, di civiltà in civiltà, a seconda, appunto, della durata dei turni delle sentinelle. Presso i Cinesi, ad esempio, le "ore notturne" erano sei, quanto quelle diurne, per un totale di dodici, come dodici erano i "Meridiani" principali che la *Medicina Tradizionale Cinese* descrive nel corpo umano. Sulla relazione tra "ore" e meridiani discute a lungo il *Nei-King*, l'antichissimo "Canone di Medicina dell'Imperatore Giallo" su cui la Medicina Tradizionale Cinese si basa in gran parte. Per i Babilonesi, invece, anche le ore notturne erano divise in tre periodi di quattro delle nostre ore ciascuno, mentre i Greci e i Romani continuarono a dividere la notte in quattro periodi di circa tre ore.

Come sempre accade, col migliorare degli scambi commerciali si cominciò a sentire l'esigenza di una standardizzazione della misura del tempo. Accadde, così, che il sistema che si impose fu una variante di quello Babilonese, che divideva il

¹⁰ Impropriamente chiamato a volte "meridiana", mentre le *meridiane*, come vedremo più avanti, sono quelle che – poste di solito all'interno di grandi chiese – indicano *solo* il mezzogiorno solare e, tutt'al più, il Segno in cui in quel giorno il Sole si trova.

¹¹ Mi fa senso, ovviamente, rileggere queste parole in un periodo come quello che stiamo attualmente attraversando!

dì in sei ore, tale che i periodi in cui il “giorno chiaro” veniva suddiviso salivano a dodici, ciascuno della durata di più o meno una delle nostre “ore” a seconda della stagione. Le *ore*, venivano infatti contate a partire dal sorgere del Sole (motivo per cui il sistema veniva definito in latino *ab ortu*). Già ai tempi di Cristo questo sistema era in uso sia presso gli Ebrei che presso i Romani, tanto che tre dei quattro Vangeli, pur rivolgendosi a un pubblico diverso, indicano per i momenti salienti della passione rispettivamente: l’ora terza (equivalente, in prossimità dell’equinozio, alle nostre nove del mattino) per la crocifissione; l’ora sesta (corrispondente al nostro mezzogiorno) per il momento in cui “il cielo si rabbuiò su tutta la terra”; l’ora nona (le nostre quindici) per la morte del Cristo.

Questo sistema si radicò in modo talmente incisivo nella civiltà occidentale da restare in uso fino al XIV secolo: ancora Dante lo adopera nella sua *Commedia* (1307/1321). Esso è passato alla storia col nome di *sistema temporario delle ore disuguali*, o *temporali*, o *giudaiche*, o *antiche* o, ancora, *planetarie*. Un esempio ci aiuterà a capire meglio perché *disuguali*: alla latitudine di Roma, che è grossomodo quella media dell’Italia, la durata del dì varia da 15 ore e un quarto in occasione del solstizio d’Estate, a sole 9 ore e 7 primi in coincidenza con quello d’Inverno. Se dividiamo in dodici parti uguali le linee diurne tracciate in queste due date dall’ombra del nostro gnomone, otterremo nel primo caso delle “ore” di un’ora, 16 primi e 15 secondi, e nel secondo di soli 45 minuti, e 35 secondi, con una differenza di più di mezz’ora... Nonostante questa “stranezza”, è proprio così che le ore furono misurate per secoli. A giustificazione dei nostri antenati, comunque, è bene puntualizzare che trovandosi tutte le civiltà “monumentali” assai più vicine di Roma all’Equatore, la differenza tra le ore “estive” e quelle “invernali” era lì assai meno accentuata: a Gerusalemme, che si trova a soli 32° di latitudine Nord, la differenza tra le ore estive e quelle invernali non è mai superiore, ad esempio, a 20 minuti. (...)

Nonostante la longevità del sistema (sopravvissuto, bene o male, almeno per 13 secoli), è il caso di sottolineare come già nel corso di questo lungo periodo sia esistito chi misurava il tempo in modo del tutto diverso. Gli astronomi¹², ad esempio, avevano ben presto capito che per i loro calcoli era necessaria una scansione del tempo uniforme, svincolata dal ciclo delle stagioni. Si erano, così, dovuti “inventare” un *Sole medio*, orbitante intorno alla Terra con moto davvero uniforme, con l’immediata conseguenza di consentire una fittizia divisione sia del dì che della notte in 12 *ore uguali*. Quanto dovevano durare queste “ore”? Nell’arco dell’anno, fortunatamente, esistono davvero due giorni in cui la durata del dì e quella della notte si equivalgono: gli *Equinozi*. Dividendo in 12 parti uguali la *linea diurna* tracciata dall’ombra dello gnomone durante uno degli equinozi si ottengono 12 *ore uguali* della durata di sessanta dei nostri attuali

¹² È superfluo specificarlo, ma al tempo di cui stiamo parlando non c’era ancora alcuna distinzione tra Astronomia e Astrologia, anche se alcuni astronomi greci criticavano la pratica, da parte di quelli che con disprezzo chiamavano *Caldei*, dell’*astrologia giudiziaria*, preferendo riservare il loro studio del Cielo solo alla diagnosi di patologie o a previsioni meteorologiche.

minuti. Ottenuta con questo sistema la durata esatta dell'*ora uguale* (detta anche *equinoziale* per questo motivo), gli antichi astronomi ne conservavano traccia regolando opportunamente le loro clessidre. Tale modo di misurare il tempo, per quanto ciò possa sembrarci assurdo, fu per secoli usato *solo ed esclusivamente per usi astronomici*, mentre la gente “comune” continuava a basare i ritmi della propria vita sulle ore *disuguali* scandite dagli orologi solari. Per essere più precisi, al tempo dei Romani si distingueva tra: *giorno naturale*, fatto di ore disuguali a partire, secondo l’uso mediorientale, dall’alba; *giorno civile*, fatto di ore uguali a partire dalla mezzanotte, come facciamo ancora oggi; *giorno astronomico*, fatto di ore uguali ma a partire dal mezzogiorno, come usano ancora oggi gli astronomi per far rientrare le loro osservazioni notturne nell’arco dello stesso giorno (peraltro, allora come oggi, è assai più facile stabilire il mezzodì che non la mezzanotte).

Come tante altre cose, almeno per quanto riguarda la storia del nostro *Belpaese*, è legata alla chiesa di Roma anche la storia degli orologi e, con essi, della divisione del giorno che ancora applichiamo. Intorno al XII secolo, infatti, per agevolare il rispetto delle rigide regole stabilite per la recitazione in comune delle preghiere, un monaco ingegnoso – il cui nome non è passato alla storia certamente in seguito alle maledizioni scagliate contro di lui dai suoi confratelli – ebbe a partorire un’invenzione il cui nome vi farà certamente pensare che io mi stia prendendo gioco di voi; lo *svegliatore monastico*. Contrariamente a quanto possiate pensare, non solo questo marchingegno è realmente esistito, ma deve addirittura considerarsi il precursore di tutti i moderni orologi. Esso consisteva in un meccanismo capace di far rumore ad ore prestabilite, pur senza in effetti indicare “che ora fosse”: la sua utilità si rivelava soprattutto durante le ore notturne, cosa che giustifica appieno il suo nome. Ciò che lo rende tanto importante è il dispositivo che ne regolava il movimento, per la prima volta costituito non da un impianto idraulico, ma da un vero e proprio meccanismo di *scappamento a bilanciere*. L’energia necessaria al funzionamento veniva ricavata – come ancora in certi orologi del XIX secolo – da un peso.

Scoperto il “trucco”, come sempre è accaduto nella storia, ci fu presto un’intera legione di “inventori” che, avendo perfezionato il meccanismo in questo o quel particolare, ne rivendicavano la paternità. Si distinsero presto, così, almeno tre tipi di “orologi”: i veri e propri *svegliatori*, che però cominciavano a indicare anche le ore, incise su una “ruota oraria” (o *mostra*), mobile rispetto a un indice fisso (al contrario dei nostri orologi, quindi, nei quali sono le lancette a muoversi rispetto ad un quadrante fisso), nei quali inserendo un piolino in uno dei fori in corrispondenza di determinate ore era possibile attivare la suoneria; le *ore meccaniche*, ossia un meccanismo in cui la ruota oraria compiva un giro completo in un’ora, come la lancetta dei minuti dei nostri orologi (dal disco esterno della ruota, diviso in quattro quarti, prese il nome di *quadrante* la superficie sulla quale si indicano le ore); gli *orologi da torre*, di grandi dimensioni e dotati di una suoneria a maglio il cui suono era udibile a grande distanza, allo scopo di avvertire

del trascorrere delle “ore canoniche” tutti i fedeli di una comunità (monastero o cittadina che fosse), senza tuttavia che un quadrante indicasse realmente l’ora. È importante specificare, tuttavia, che per qualche secolo questi “orologi” continuaron a scandire il tempo secondo le *ore disuguali*, mediante complicati meccanismi che richiedevano una messa a punto giornaliera.

Quando si passò a utilizzare le *ore equinoziali* anche per la vita di tutti i giorni? Non è possibile stabilire con precisione una data, sia perché il passaggio dall’uno all’altro sistema fu graduale, sia perché avvenne in epoche assai diverse di paese in paese. Già nel XIV secolo si cominciarono a costruire orologi da torre che battevano le ore “medie”, ma i due sistemi continuaron a convivere almeno fino al XVI secolo. È ovvio che l’adozione dell’ora uguale portò una grande semplificazione nella costruzione degli orologi, ma dobbiamo cercare di guardare la cosa da un punto di vista assai diverso dal nostro: ancora a quel tempo i ritmi della vita erano legati ai fenomeni naturali, e dovette essere assai difficile riuscire a “sincronizzare” la mentalità della gente comune a una scansione del tempo che non teneva in apparenza più in alcun conto il moto del Sole nel cielo! Ecco, probabilmente, perché ancora per diverso tempo l’inizio del nuovo giorno non venne fissato a mezzogiorno (come nel *giorno civile* romano) o a mezzanotte (come usavano fare gli astronomi), restando invece legato alle “bisse” del Sole. Si usò, infatti, ancora per qualche secolo, contare le ore del giorno – seppure “uguali” – a partire dall’alba (secondo il sistema detto *babilonese*) o dal tramonto (secondo un sistema che passò alla storia col nome di *sistema italico*). Quest’ultimo, “sponsorizzato” dalla chiesa di Roma, si basava in effetti sulla tradizione biblica (precedente ai Vangeli), che faceva coincidere col “termine della luce” il passaggio da un giorno al successivo (sistema *ab occasu*). La differente lunghezza dei giorni, ovviamente, comportava anche in questo caso la necessità di un quotidiano aggiustamento. Si trattava, comunque, soltanto di spostare avanti o indietro le lancette dell’orologio, e non di intervenire sui suoi meccanismi come era stato necessario fare fino ad allora!

Vediamo di affrontare adesso un problema che, per quanto possa sembrare assurdo, rubò parecchio tempo ai trattatisti del Seicento e del Settecento: qual è il “termine della luce”? A causa della diffusione della luce solare da parte degli strati superiori dell’atmosfera, il dì cede il passo alla notte un po’ di tempo dopo il tramonto del Sole. L’interregno tra luce e oscurità, che prende il nome di *crepuscolo*, ha una durata variabile in funzione della latitudine geografica del luogo e della declinazione del Sole (in relazione al ciclo delle stagioni). Oggi noi siamo in grado di calcolare esattamente la durata del crepuscolo¹³: è logico che allora si sia fatto ricorso ad un arrotondamento, fissando in *mezz’ora dopo il*

¹³ In realtà adesso distinguiamo addirittura tre *tipi* di crepuscolo: quello *civile*, che intercorre tra la fine del tramonto e l’istante in cui il Sole raggiunge i 6° zenithali sotto la linea dell’orizzonte, quello *nautico*, che viene invece prolungato fino a 12° sotto l’orizzonte, e quello *astronomico*, che di gradi al di sotto dell’orizzonte ne considera addirittura 18, ossia l’inizio della cosiddetta *notte fonda*.

tramonto l'ora in cui gli orologi da torre dovevano suonare la “Avemaria”, segnando così la fine di una giornata e l'inizio di quella successiva. In effetti non fu mai raggiunto un accordo unanime sul momento in cui effettuare la sincronizzazione degli orologi e, mentre alcuni si regolavano “secondo il Sole”, i più preferivano aspettare il rintocco delle campane, seguendo il sistema detto “secondo l'orologio a ruote” (altro nome dato all'orologio da torre a causa dei suoi imponenti meccanismi).

Scrive nel 1730 D. Luchini, nel suo *Trattenimenti matematici*: “l'uso civile delle Città d'Italia ha introdotto con li Orologi a Ruote di cominciare a numerare l'hore mezz'ora dopo che è tramontato il Sole, di maniera che quando li Orologi a Ruote mostrano per esempio l'ore 14, li Orologi a Sole mostrano appunto l'hore 14 e mezza”. La citazione del Luchini ci fornisce l'opportunità di puntualizzare un'altra differenza tra il nostro attuale modo di computare le ore e quello di allora: *a quel tempo le ore si contavano (e si indicavano sui quadranti degli orologi) da 1 a 24*, e non da 1 a 12 come usiamo fare oggi. Dire “l'hore 14”, quindi, significava indicare il momento in cui l'orologio avrebbe indicato proprio le 14, mentre oggi, dovendo fissare un appuntamento di lavoro per le due del pomeriggio, siamo soliti dire al nostro interlocutore “facciamo per le quattordici?”, anche se a quell'ora il nostro orologio segnerà in effetti le due... Ciò si riflette ancor più nell'uso familiare: a chi a quell'ora dovesse chiederci che ore sono risponderemmo semplicemente “le due”, senza specificare (al contrario degli anglofoni) se si tratta delle due del pomeriggio o delle due di notte. Traccia del modo “italico” di computare le ore resta, come spesso accade, in alcuni detti che ancora usiamo senza renderci conto del loro significato: “tenere il cappello sulle ventitré”, ad esempio, significa portarlo molto inclinato da una parte, con una chiara allusione al fatto che il Sole, alle 23 “italiche” (cioè poco prima di tramontare) scendeva in maniera ormai evidente verso l'orizzonte. Un'ultima curiosità: ancora oggi per Ebrei e Musulmani il giorno inizia al tramonto.

Nel sistema “italico”, come abbiamo visto, la durata del dì e della notte variano da un giorno all'altro. Questo rende necessario un quotidiano aggiustamento da effettuarsi più o meno in prossimità del rintocco della “Avemaria”, che segna l'inizio del nuovo giorno. Essa varia, però, anche di luogo in luogo, non solo al variare della longitudine (perché ovviamente il Sole tramonta prima man mano che ci si sposta verso oriente) ma anche al variare della latitudine, perché notoriamente la lunghezza del dì e della notte cambia se ci spostiamo dall'Equatore (dove la parte illuminata del giorno e quella oscura durano entrambe 12 ore) verso i Poli (dove esse durano sei mesi ciascuna!). Per una società proiettata verso l'aumento degli scambi commerciali fra Paesi diversi, fu ben presto necessario trovare un sistema di misurazione del tempo meno cervellotico. La soluzione, pur ispirata dal “giorno civile” romano, nacque in Francia e nei paesi francofoni, passando così alla storia come *sistema francese* (o, dal punto di vista italiano, *d'oltralpe*), anche se il nome più corretto sarebbe *sistema per le ore civili*.

Si trattava di un sistema che, vinto il tabù della levata e del tramonto del Sole come elementi fondamentali della divisione del giorno, faceva coincidere il passaggio da un giorno all’altro con quello del Sole al meridiano (mezzogiorno) o all’antimeridiano (mezzanotte). Il primo di questi due sistemi, come già al tempo dei Romani, era quello adottato per usi astronomici, mentre il secondo scandiva il tempo “civile”. Quali i vantaggi? Anzitutto, essendo il passaggio al meridiano (o all’antimeridiano) svincolato dalla latitudine geografica del luogo, le variazioni d’orario da un posto all’altro restavano funzione soltanto della longitudine e della declinazione del Sole. In secondo luogo, a patto che in città fosse presente una *meridiana di precisione*, la quotidiana correzione degli orologi veniva legata a un dato sicuro (il mezzogiorno), e non a quel “termine del giorno” che, come abbiamo visto, restava tutto sommato un momento aleatorio. Il passaggio dal sistema italico a quello “francese” avvenne nel nostro paese nell’arco di cinquant’anni, anche a causa dell’assoluta mancanza di un’unità nazionale, in seguito ai confini stabiliti tra vari staterelli con il trattato di Aquisgrana che, nel 1748, aveva posto fine alla guerra di successione austriaca. (...)

Il primo territorio a misurare il tempo “alla francese” fu il Granducato di Toscana: già nel 1749 si cominciarono a regolare in tal modo gli orologi di Firenze, mentre fu necessario un editto del Granduca Francesco per convincere le altre città ad adeguarsi. Dalle *Memorie* di Casanova apprendiamo che Filippo di Borbone, duca di Parma e Piacenza, seguì l’esempio nel 1755. La Repubblica Ligure decretò l’innovazione nel 1772. A Bologna un primo tentativo di cambiare sistema era stato già fatto nel 1765 (...) ma dovettero passare molti anni prima che l’innovazione venisse attuata. Nel 1786 una ‘grida’ a firma del conte De Wilzeck, Commissario Plenipotenziario della Lombardia austriaca, precisava le regole da tenersi affinché gli orologi pubblici battessero definitivamente alla francese dal 1° dicembre di quello stesso anno. La spinta definitiva verso l’adeguamento al metodo d’oltralpe venne dalla nascita delle repubbliche giacobine, essendo dichiarato intento di Napoleone d’instaurare, in tutti i territori sotto la sua influenza, un unico orario.

(...) Dal dicembre 1796 Bologna diventa, con Modena, Reggio e Ferrara, quella *Repubblica Cispadana* che, nel luglio dell’anno successivo, unendosi alla Lombardia muterà il proprio nome in *Repubblica Cisalpina*, per diventare infine *Regno d’Italia* nel 1805. (...) Nel tentativo di mantenere il proprio potere temporale, nel 1797 papa Pio VI stipula con Napoleone il *Trattato di Tolentino*, col quale rinuncia alle tre “Legazioni” di Bologna, Ferrara e Ravenna, ad Avignone ed al Contado Venassino. Lo stesso trattato sancisce di fatto la nascita della *Repubblica d’Ancona*. Il 15 febbraio 1798 una sollevazione popolare porta alla proclamazione della *Repubblica Romana*, che presto si estende alla Marche¹⁴

¹⁴ Questa notizia era particolarmente importante ai fini della mia ricerca su Leopardi, e su di essa m’ero basato per giungere alla conclusione che il poeta fosse nato alle 19 “francesi”, ossia alle nostre 19, del 29 giugno 1798, così come già sostenuto da Discepolo in un articolo

e a all’Umbria. Il papa, in esilio dapprima a Siena e successivamente nella Certosa di Firenze, finisce i suoi giorni prigioniero di stato a Valence (1799). L’anno successivo viene eletto papa, a Venezia, G. L. B. Chiaramonti, che prende il nome di Pio VII. Più combattivo del suo predecessore, Pio VII riuscì, dopo la pace di Lunéville tra Francesi ed Austriaci, a riappropriarsi, con l’aiuto di quest’ultimi, dei suoi territori. (...)

Le due isole maggiori sono le uniche regioni d’Italia a mantenersi libere dal dominio napoleonico. Non è quindi un caso se, ancora nel 1832, Federico Cacioppo scrive nei suoi *Cenni statistici sulla popolazione palermitana*: «le ore in Palermo battono e si contano generalmente all’italiana. Sono pochi coloro che tengono gli oriuli allo stile generale d’Europa o, come da noi suol dirsi, “alla francese”. Due solo orologi pubblici abbiamo che segnano e battono le ore in quest’ultima guisa: l’uno sulla facciata del Real Palazzo, l’altro nella casa de’ Tribunali; e tanto l’uno quanto l’altro son pel popolo un linguaggio assolutamente ignoto»¹⁵. Una nota importante, per finire: la stessa ‘grida’ del conte De Wilzeck cui accennavamo sopra, ordinava che in ogni città che già non ne possedesse una (come Firenze, che vantava le tre del Battistero di S. Giovanni, di S. Maria del Fiore e di S. Maria Novella, o Bologna col suo S. Petronio e Roma con S. Maria degli Angeli) fosse costruita, all’interno di una basilica, di una cattedrale o del municipio, una grande meridiana di precisione per consentire la regolazione degli orologi al mezzogiorno. Nacquero così nel giro di pochi anni la meridiana del Duomo di Milano (progettata dagli astronomi di Brera e costruita nel 1786), quella della Cattedrale di Palermo¹⁶ e quella del Monastero dei Benedettini di Catania (progettata da Nicolò Cacciatore, costruita nel 1830 dagli astronomi Wolfgang Sartorius von Waltershausen e Christian Friedrich Peters, ma messa in funzione solo nel 1841, quando fu portata a termine la costruzione della chiesa di S. Nicolò».

comparso sulla rivista *Sirio* nell’87. Zoli, nella lettera a Discepolo alla quale ho già accennato, sconfessò tale tesi, basandosi su alcune lettere scritte dal conte Monaldo (il padre di Giacomo), nelle quali – non essendosi egli adeguato al nuovo sistema in quanto molto legato al papato – afferma che la nascita del suo primogenito era avvenuta “alle tre del pomeriggio”.

¹⁵ Sarà il caso, per chi ci crede, ma nessuno di questi due orologi esiste più...

¹⁶ Della quale parlerò in dettaglio più avanti.

Ma il Tempo indicato dall'orologio che valore ha?

Ho già accennato alla sostanziale differenza tra *tempo soggettivo* e *tempo oggettivo*, ma adesso è arrivato il momento di scendere nel merito di quest'ultimo, chiarendo che anch'esso è in un certo qual modo *relativo*: abbiamo ribadito più volte come il tempo sia stato per secoli misurato in base ai movimenti della Terra nello spazio. Ma i nostri attuali orologi non sono più *sincronizzati*, in realtà, coi suoi moti.

L'intervallo tra due successivi ritorni del Sole al meridiano locale dell'osservatore – come ormai s'è scoperto da lunga pezza – non può essere più una base affidabile per la misura del tempo, in quanto, sfortunatamente, la durata del giorno solare *apparente* può variare di parecchi secondi nel corso di un anno: ne sono responsabili sia l'orbita lievemente ellittica della Terra attorno al Sole, che l'inclinazione di circa 23,5° dell'asse di rotazione terrestre rispetto all'*eclittica* (ossia il piano lungo il quale essa orbita attorno al Sole). A un certo punto, così, s'è sentita l'esigenza di sostituire il *tempo solare vero*, o *apparente* (in Astronomia questi due termini spesso si equivalgono), con un *tempo solare medio*, che fornisce una scala temporale uniforme. L'unità di misura, se così vogliamo chiamarla, del tempo solare medio è il *giorno solare medio*, che ha una durata costante di 24 ore durante tutto l'anno.

L'ora solare media sul meridiano di longitudine 0° a Greenwich, in Inghilterra, è nota come *Greenwich Mean Time* (GMT)¹⁷. Alla *Conferenza Internazionale sui Meridiani* del 1884, il GMT fu adottato come orario di riferimento per tutti gli orologi del mondo. Fu inoltre concordato che tutte le longitudini sarebbero state misurate a est o a ovest rispetto al meridiano di Greenwich. Nel 1972, poi, il GMT è stato sostituito dal *Tempo Coordinato Universale* (UTC) come riferimento orario internazionale. Tuttavia, ancora oggi c'è chi chiama l'UTC “GMT”, sebbene tecnicamente non sia corretto.

Andiamo alle conseguenze pratiche di questa convenzione, e facciamolo prendendo come esempio due città dell'Isola in cui vivo: quando a Catania l'orologio indica che è mezzogiorno ciò è *più o meno* vero, perché quella città si trova a 15°05' a Est del fuso di Greenwich, e quindi in prossimità del 15° grado di longitudine Est, che è quello sul quale *convenzionalmente* sono regolati gli orologi di tutti i paesi che rientrano nel “fuso” denominato CET (ossia *Central European Time*). Ma a Palermo, che si trova a 13°21' a Est di Greenwich, nel momento in cui l'orologio indica le 12 P.M., in realtà sono ancora le 11:53...

Non a caso, fino al 1945, a Palermo, gli orologi dei “signori”, ossia di quelli che si potevano permettere un “cipollone” (cioè un orologio da taschino), venivano regolati ogni giorno nel seguente modo: nel 1801 il Piazzi (l'astronomo valtellinese che proprio dall'Osservatorio di Palermo aveva scoperto Cerere il 1°

¹⁷ L'espressione “Greenwich Mean Time” è stata spesso tradotta “Tempo Principale (o Fondamentale) di Greenwich”. È un errore banale: “principale” in inglese è “main”, mentre “mean” significa “medio”.

gennaio di quello stesso anno) aveva fatto costruire all'interno della Cattedrale una meridiana lunga più di 21 metri. Come tutte le meridiane (cosa ben diversa dagli “orologi solari”), questa indicava con estrema precisione non già le “ore”, ma solo il mezzodì, nel momento in cui il raggio di Sole che penetrava da un apposito *oculo*, ricavato in una delle cupole, colpiva esattamente la striscia d'ottone posta al centro della stessa. In quel preciso momento il sacrista buttava una voce ad un suo collaboratore posizionato sul tetto della Cattedrale, e questi a sua volta ad un altro, posizionato in cima alla *Porta Nuova* della città. Quest'ultimo, a quel punto, calava dalla cima della Porta un *grezzo telone di canapa*, ed era alla “*calata r'a tila*” che tutti quelli che tenevano sott'occhio la porta da dentro le mura della città regolavano i loro orologi.

2 – E allora?

“Sessanta minuti”, si usa replicare spiritosamente – almeno dalle mie parti – a chi risponde ad una nostra affermazione ponendoci questa domanda. Io, in verità, per dare sfoggio del mio sapere (?) uso aggiungere “e 3600 secondi”. Ma proprio qui casca l’asino (poveretto!): che cosa sono i *secondi*? E quanto “durano”?

“*La Danza delle ore*” da me scritta nel ’94 (ossia più di trent’anni fa) si fermava ai primi decenni del XIX secolo. Questo perché ai fini che avevo allora ciò era più che sufficiente. Ma per gli scopi di questo mio scritto siamo ancora a niente, perché negli ultimi duecento anni è successo di tutto e di più. In tutti i sensi, per carità, ma anche per quanto riguarda il *computo del Tempo*.

La situazione, infatti, è completamente cambiata: come già accennato in più occasioni, da allora ad oggi il “tempo civile”, quello indicato dai nostri orologi – per quanto costosissimi essi possano essere – è tutt’altra cosa rispetto al “tempo astronomico”, e questo in conseguenza di tutta una serie di Convegni e Congressi organizzati dalle principali Istituzioni internazionali preposte, appunto, alla *standardizzazione* dei calcoli del Tempo indispensabili agli astronomi per programmare le loro osservazioni, e soprattutto alle varie Agenzie spaziali per programmare le loro missioni verso la Luna o, addirittura, oltre i confini del nostro Sistema Solare¹⁸. Le principali fra queste Istituzioni, come già detto, sono la IAU e lo IERS, e in particolare quest’ultimo è responsabile della realizzazione e del mantenimento di vari sistemi internazionali di riferimento, quali:

- l’ICRS (*Sistema Internazionale di Riferimento Celeste*), con il suo relativo “quadro di riferimento” ICRF (*International Celestial Reference Frame*);
- l’ITRS (*Sistema Internazionale di Riferimento Terrestre*), con il suo relativo “quadro di riferimento” ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*);
- gli EOP (*Parametri d’Orientamento della Terra*), che descrivono le irregolarità dei moti del nostro pianeta, ed in particolare la rotazione, nel tempo, dell’ITRS rispetto all’ICRF.

È ovvio che confondervi non era nelle mie intenzioni, ma siccome questo elenco di sigle probabilmente c’è riuscito cercherò adesso di spiegare il significato di questi termini astrusi: un *quadro di riferimento* è un catalogo delle coordinate di un insieme di oggetti di riferimento che serve a definire o realizzare un particolare sistema di coordinate, mentre un *sistema di riferimento* è un concetto più ampio, che comprende la totalità delle procedure, dei modelli e delle costanti necessarie per l’utilizzo di un quadro di riferimento. Fino alla nascita dello IERS, sistema e quadro di riferimento celeste erano basati su cataloghi di posizioni

¹⁸ Sia la sonda *Voyager 1* che la *Voyager 2*, lanciate dalla NASA il 5 settembre ed il 20 agosto del 1977, hanno ormai raggiunto lo spazio interstellare e, per quanto si trovino oggi rispettivamente a 18 e 21 milioni di chilometri dalla Terra, continuano inaspettatamente a trasmettere i loro segnali.

stellari le cui coordinate equatoriali erano riferite all'*equatore medio* e all'*equinozio dell'epoca*.

Per secoli, infatti, il riferimento principale per le coordinate celesti era stato il *punto vernal* (detto anche *punto gamma*, perché questa lettera dell'alfabeto greco ricorda il glifo dell'Ariete, segno in cui il Sole “entra” in occasione dell'equinozio di primavera), cioè l'intersezione tra l'equatore celeste e l'eclittica. Da esso si misuravano la longitudine, l'ascensione retta e lo stesso tempo siderale: il punto di partenza di tutti i moti, veri o apparenti che fossero, degli oggetti celesti, luminari, pianeti, stelle etc. Ma già nel II secolo a.C. Ipparco di Nicea s'era accorto che il punto vernal *non è fisso*, ma arretra lungo l'eclittica di circa 50,3 secondi d'arco all'anno a causa della *precessione* dell'asse terrestre, compiendo un giro completo in circa 26.000 anni. A questo s'aggiungono per giunta le oscillazioni periodiche dovute alla *nutazione*, con ampiezze di decine di secondi d'arco e periodi di 18,6 anni. In altre parole, il punto vernal è un punto *mobile*, definito rispetto a un piano (l'eclittica) anch'esso *mobile*.

I detrattori dell'Astrologia hanno approfittato di questo fenomeno per attaccarci, rinfacciandoci che quando per noi il Sole “entra” in Ariete ai nostri giorni, in realtà, esso si trova già alla fine del segno dei Pesci. Come abbiamo risposto? Sostenendo che allo *Zodiaco siderale*, ossia quello indicato dall'attuale posizione delle stelle, noi preferiamo lo *Zodiaco tropico*, perché al di là d'ogni dubbio il 21 marzo (o giù di lì) sul nostro pianeta comincia la Primavera, e con essa tutto il ciclo delle stagioni, checché ne dicano le stelle!¹⁹

Se questo è in un certo qual modo inoppugnabile, tuttavia i nostri calcoli sono ancora basati su un metodo che non rispecchia l'attuale posizione degli astronomi in materia. Questo non deve certo portarci a mettere in dubbio tutto l'impianto dell'Astrologia, ma a adeguare almeno il nostro modo d'impostare i calcoli del *Tempo*, in maniera che in particolare il nostro TSN (e di conseguenza la *domificazione* che su di esso è fondata) rispecchi davvero la realtà delle cose, e non continui a basarsi sul modo in cui lo calcolavano nell'antica Roma o nell'Egitto tolemaico, fino a quando Placido Titi (nel XVII secolo, ma a quanto pare ispirandosi a quello usato da Tolomeo) mise a punto quello che la maggior parte di noi ancora usa.

Cosa dobbiamo imparare, quindi, dall'astronomia moderna?

Per spiegarlo devo necessariamente riprendere la mia narrazione. Negli anni '80 e '90, con la diffusione delle osservazioni radio VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*), fu possibile determinare la posizione di alcuni *quasar extragalattici* con altissima precisione. Presto divenne chiaro che questi oggetti, così lontani da apparire immobili, potevano diventare un riferimento assai più affidabile del punto vernal, tanto che nel 1997 l'*Unione Astronomica*

¹⁹ È giusto specificare che non tutti la pensano così: la maggior parte dei “colleghi” indiani (ossia quelli dell'India, non i pellerossa!) basano invece i loro calcoli proprio sullo *Zodiaco siderale*.

Internazionale (IAU) decise di adottare ufficialmente l'ICRS come Sistema di Riferimento che sostituisse il precedente²⁰, rivelatosi ormai inaffidabile.

L'ICRS, infatti, in virtù dell'utilizzo di sorgenti extragalattiche, si era rivelato un *sistema di riferimento baricentrico inerziale*²¹. Non ho alcuna intenzione di entrare in questioni tecniche che perfino per me sono di difficile comprensione: vi basti sapere che la differenza è un po' quella che ci può essere, volendo realizzare la mappa di un paese, osservandolo da un satellite piuttosto che dall'alto di un campanile che per giunta, magari a causa di scosse di terremoto, cambia nel tempo la sua posizione all'interno del paese...

Con l'introduzione dell'ICRS, restava da risolvere un problema: come rappresentare la *rotazione istantanea della Terra* rispetto a questo nuovo riferimento. Nel 2000, la IAU definì due nuovi concetti chiave²²:

- **CIP** (*Celestial Intermediate Pole*): il polo terrestre istantaneo, che include la nutazione ma esclude le piccole irregolarità di rotazione;
- certamente qualcuno, stanco delle mie lungaggini, spererà a questo punto che l'altro si chiami *CIOP*, ma devo deluderlo, perché invece il suo nome è semplicemente **CIO** (*Celestial Intermediate Origin*): un punto sull'equatore istantaneo del CIP, definito in modo da non ruotare attorno al polo (cioè senza "effetto trascinamento").

A differenza del punto vernali, il CIO non dipende dall'eclittica, né dal moto del Sole. È un punto puramente geometrico, che permette di misurare l'angolo di rotazione terrestre senza ambiguità. Nel 2006, la IAU formalizzò questo sistema con una nuova teoria della precessione terrestre (IAU 2006) e con una ridefinizione del Tempo siderale²³.

L'ITRS e l'ITRF fanno in sostanza la stessa cosa relativamente alle coordinate terrestri, tenendo in conto ad esempio la *polodìa*, ossia il movimento dei poli (intesi come i punti in cui l'asse terrestre interseca la superficie del nostro pianeta, in zona artica e antartica rispettivamente). La polodìa non va confusa con il *moto di precessione*: entrambi riguardano l'asse di rotazione terrestre, ma mentre la polodìa ha come riferimento la Terra e cause ad essa interne, la precessione ha come riferimento la volta celeste e cause principalmente esterne alla Terra.

²⁰ IAU Resolution B2, XXIII General Assembly, Kyoto, 1997 – *Adoption of the International Celestial Reference System (ICRS)*.

²¹ *Baricentrico* si riferisce al fatto che il sistema di coordinate ha come origine il baricentro del Sistema Solare, che raramente coincide col centro di Massa del Sole per l'influsso gravitazionale dei Pianeti, e soprattutto dei "giganti gassosi", così che addirittura, in alcuni periodi, esso si sposta al di fuori della sua corona. *Inerziale* si definisce un sistema di coordinate il cui riferimento (in questo caso le sorgenti extragalattiche) può ritenersi "fermo" rispetto a quello precedentemente usato.

²² IAU Resolution B1.7–B1.8, XXIV General Assembly, Manchester, 2000 – *Definition of the Celestial Intermediate Pole and Origin; Definition of the Earth Rotation Angle*

²³ IAU Resolution B1, XXVI General Assembly, Prague, 2006 – *Precession and Definition of the Celestial Intermediate Pole and Origin*

Infine gli EOP, ossia i *Parametri d'Orientamento della Terra* ai quali ho accennato poco sopra, riguardano la rotazione che nel tempo subisce l'ITRS rispetto all'ICRF. Semplice no? Lo so, non lo è per niente, ma tutto ciò riguarda il pianeta sul quale viviamo ed il suo rapporto col Cosmo, motivo per cui – anche se questo ci comporta qualche sforzo – dobbiamo cercare di tenere conto di questi concetti, perché altrimenti rischiamo di restare abbrancati a una visione delle cose oramai superata, almeno dagli astronomi...

Lecito che i miei 24 lettori si chiedano, a questo punto, che relazione c'è tra quanto appena discusso ed il tema di questo intervento, ossia il Tempo. È di qui in poi che cercherò di rispondere a questo più che lecito quesito.

Dal Tempo Atomico in poi...

Nel 1955 entrarono in funzione i primi *orologi atomici al cesio*, e il loro utilizzo fornì un'ulteriore conferma che la rotazione terrestre fluttuava in modo irregolare. Ciò confermò l'inadeguatezza del *secondo solare medio del Tempo Universale* come misura di precisione dell'intervallo di tempo. Dopo tre anni di confronti con le osservazioni lunari, si notò che il *secondo delle effemeridi* corrispondeva a $9.192.631.770 \pm 20$ cicli della risonanza del cesio²⁴. Nel 1967/68, così, la lunghezza del secondo SI²⁵ fu ridefinita su questa base. In quegli stessi anni si arrivò alla definizione in tal senso di un *Tempo Atomico Internazionale* (TAI), che non risentisse degli effetti relativistici²⁶.

Nel 1976, tuttavia, l'IAU stabilì che la base teorica del tempo delle effemeridi non era stata ancora aggiornata agli effetti relativistici e, pertanto, a partire dal 1984, il tempo delle effemeridi sarebbe stato sostituito da due ulteriori scale temporali, tenendo conto delle correzioni relativistiche. I loro nomi, assegnati nel 1979, ne enfatizzavano la natura ed origine *dinamica*: presero quindi il nome di *Tempo Dinamico del Baricentro* (TDB) e *Tempo Dinamico Terrestre* (TDT)²⁷. Entrambi furono definiti per continuità col *Tempo delle Effemeridi* e si basavano su quello che era diventato il secondo standard del SI, che a sua volta era stato derivato dal secondo delle effemeridi.

²⁴ Il cesio (simbolo Cs, numero atomico 55) è un metallo alcalino tenero, argenteo-dorato e molto reattivo, noto per il suo uso negli orologi atomici, nei propulsori ionici e in medicina.

²⁵ 'SI' sta per *Sistema Internazionale di Unità*, è il sistema di misura più diffuso al mondo, basato su sette unità fondamentali. Queste includono il metro (lunghezza), il chilogrammo (massa), il secondo (tempo), l'ampere (corrente elettrica), il kelvin (temperatura termodinamica), la mole (quantità di sostanza), e la candela (intensità luminosa). Si occupa di aggiornarlo, quando necessario, il francese *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM).

²⁶ In realtà delle differenze, benché minime, sono dovute all'altitudine del luogo in cui l'orologio atomico è posizionato. Per questo motivo il TAI viene calcolato facendo la 'media' degli orari indicati dai circa seicento orologi atomici disseminati sulla superficie terrestre.

²⁷ Le due scale temporali differiscono nettamente, per via della differenza tra la velocità con la quale si spostano la Terra e il Baricentro del Sistema Solare.

Nel 1991 la IAU arrivò alle seguenti conclusioni: «(...) queste considerazioni hanno portato a definire:

- a) un Tempo Terrestre TT, che è una forma ideale di TAI (con possibile *offset*²⁸ temporale costante, vedi discussione di seguito),
- b) un Tempo Coordinato Geocentrico TCG, con *offset* di frequenza costante rispetto a TT, poiché l'unità di misura di TT e TAI è il secondo del SI come ottenuto sul geoide,
- c) un Tempo Coordinato del Baricentro TCB, che mantiene tutti i termini della conversione TCB-TCG, incluso un *offset* di frequenza media»²⁹.

Nel periodo 1991-2006, le scale temporali TDB e TDT sono state entrambe ridefinite e sostituite, a causa di difficoltà o incongruenze nelle loro definizioni originali. Le attuali scale temporali relativistiche fondamentali sono il *Tempo Coordinato Geocentrico* (TCG) e il *Tempo Coordinato Baricentrico* (TCB); entrambe hanno velocità basate sul secondo SI nei rispettivi sistemi di riferimento (e ipoteticamente al di fuori del relativo *pozzo gravitazionale*), ma a causa degli effetti relativistici, le loro velocità apparirebbero leggermente più veloci se osservate sulla superficie terrestre, e quindi divergerebbero dalle scale temporali locali basate sul secondo SI sulla superficie terrestre. Pertanto, le scale temporali IAU attualmente definite includono il *Tempo Terrestre* (TT) (che sostituisce il TDT e ora è definito come un riscalamento del TCG scelto per dare al TT una velocità che corrisponde al secondo SI quando osservato sulla superficie terrestre) e il *Tempo Dinamico del Baricentro* (TDB), revisionato allo scopo di dare al TDB una velocità che corrisponde al secondo SI misurato al baricentro del Sistema Solare.

²⁸ Il termine inglese *offset*, traducibile alla lettera come “slittamento”, è usato in molti campi della scienza (compresa l’Astronomia) per indicare la differenza rispetto ad un valore di riferimento. Come vedremo meglio più avanti, ad esempio, si riferisce in questo caso alla differenza “fissa” di 32,184 secondi stabilita fra il TAI ed il TT.

²⁹ IAU General Assembly 1991, Cruz del Sur, Buenos Aires, Argentina, 22 luglio 1991.

3 – *Riepilogando (finalmente!)*

Mi rendo perfettamente conto del fatto che una così lunga trattazione del modo in cui il Tempo è stato misurato dagli albori della nostra civiltà fino ad oggi, ed in particolare il lungo elenco di sigle elencate negli ultimi paragrafi abbiano scoraggiato almeno il 50% dei miei 24 lettori dall’arrivare fino a questo punto del mio scritto, ma sarebbe un peccato fermarci proprio adesso, perché è proprio da qui in poi che mi sforzerò di fornire delle indicazioni pratiche sul come procedere per i nostri calcoli astrologici tenendo nel giusto conto ognuna delle unità di misura del tempo alle quali ho sin qui accennato.

Per farlo mi servirò di due esempi pratici, calcolando tutti i *tempi* necessari per il corretto calcolo del TSL della natività di due soggetti a tutti noti, il primo nato nella prima metà del secolo passato ed il secondo nei primissimi anni di quello corrente. Il motivo di questa duplice scelta sarà chiaro in corso d’opera. Per il primo, inutile tentare di nasconderlo, mi sono ispirato senza alcun ritegno a *Sfere I*, il preziosissimo testo vergato a quattro mani da Giancarlo Ufficiale e Fabrizio Corrias (*o viceversa*) nel 2016, e quindi si tratta di Bettino Craxi, nato a Milano il 24 febbraio del 1934 alle 5:40 locali (o, come dicono gli esperti, alle 5:40 CET, rientrando l’Italia nel fuso denominato *Central Europe Time*).

Il secondo è invece un personaggio attualmente (meritatamente) sovraesposto alle “luci della ribalta”: il tennista Jannik Sinner, nato a Sesto (*Sexten* in lingua altoatesina)³⁰ il 16 agosto del 2001 alle 00:52 CEDT, dove quest’altra sigla si riferisce al medesimo fuso nel periodo in cui ad esso è applicato il *Daylight Saving Time*, volgarmente noto come “ora legale”, dove gli anglofoni indicano con l’acronimo DST il “tempo per prolungare la luce del giorno”.

a) Craxi

La prima cosa da fare, come ben sappiamo, è ricavare dall’ora locale di nascita l’UTC (il *Tempo Coordinato Universale*), che siamo abituati a calcolare aggiungendo (o sottraendo) il fuso orario del luogo in cui la nascita è avvenuta. In quell’anno non era in vigore l’ora legale, e quindi basta sottrarre un’ora, in quanto il fuso CET vale -1. Bettino, quindi (spero mi voglia perdonare, da lassù, la confidenza), è nato alle **4:40 UTC**.

Per tutti i nostri calcoli (TSN, Effemeridi e chi più ne ha più ne metta), dall’UTC così ottenuto dobbiamo anzitutto calcolare il TAI, cioè il *Tempo Atomico*, e questo si fa sommando all’UTC i *secondi intercalari* (*leap seconds*), ossia i secondi che vengono di tanto in tanto aggiunti – dal 30 giugno del 1972 – per mantenere sincronizzati i segnali orari col TAI. Ma attenzione! Sebbene

³⁰ Numerose fonti, inclusa “Wikipedia”, indicano come luogo di nascita San Candido, a poco più di sei chilometri a nord-ovest di Sesto, ma per avere notizie certe mi sono rivolto a quella che rappresenta al di là d’ogni possibile dubbio la fonte più certa d’informazioni di questo tipo, ossia la grande Grazia Bordoni, che doverosamente ringrazio!

questo sistema di riferimento fosse già stato avviato nel 1955, esso è entrato in vigore solo il 1° gennaio 1958, e *quindi non ha alcun senso calcolarlo per date precedenti a quella...* L'elenco dei secondi intercalari si può trovare ovunque (su Google c'è un' apposita voce di Wikipedia), ma per evitare confusione per gli anni tra il 1958 e il 1972, nei quali la differenza ammonta a frazioni di secondo, io ho creato un'apposita funzione nel linguaggio di programmazione in cui lavoro, che è poi quello di MATLAB³¹. Quel che ci importa è solo che per Bettino, nato nel 1934, **TAI = UTC = 4:40**.

Perché i nostri calcoli rispecchino le nuove norme, a seguire, occorre ricavare dal TAI il *Terrestrial Time*, indicato dalla sigla TT. Questo è il passaggio più semplice, in quanto è sufficiente aggiungere 32,184 secondi. Questo numerino, per capirci, dipende dalle differenze storiche tra il modo in cui il “secondo SI” veniva misurato in passato, e quello in cui lo si fa oggi. Per il nostro, di conseguenza, otterremo un **TT = 4:40:32,184**.

Poi, dal TT occorre ricavare il TDB (*Terrestrial Dynamical Time*), che tiene conto degli *effetti relativistici*. Qui la questione si fa più complessa, perché questa trasformazione richiederebbe ben tre passaggi, uno dei quali “quadrudimensionale” perché chiama in causa lo *spaziotempo* (o *crontopo*) einsteiniano. Per nostra fortuna esiste però una formula che riesce ad approssimarli in maniera soddisfacente (almeno per i nostri scopi), e questa è stata da me trasformata in un'altra funzione MATLAB, che fornisce risultati attendibili dal 1600 al 2050. *Da notare che il calcolo esatto delle Effemeridi richiede sia il TDB (per il calcolo delle posizioni planetarie rispetto al Baricentro del Sistema Solare) che il TT (per la trasformazione delle posizioni così ottenute da baricentriche a geocentriche).*

In realtà Meeus, nel suo prezioso testo, purtroppo mai tradotto in italiano³², fa notare che la differenza tra il TT e il TDB difficilmente supera 0,0017 secondi, e quindi calcola l'un per l'altro (definendolo semplicemente TD, ossia *Tempo Dinamico*). Ma per completezza vi dirò che il TDB calcolato per Bettino secondo quelle formule “approssimative” corrisponde a -0.0013284 secondi, d'onde ricaviamo un **TDB = 4:40:32,183**, a dimostrazione di quanto sostenuto da Meeus.

Sento già levarsi un coro di voci, dai pochi lettori che m'hanno seguito fin qui: «l'abbiamo finalmente fatta finita con questa sarabanda di *tempi* e di *sigle*?». Non vorrei deluderli, ma piuttosto incoraggiarli: ci resta solo l'ultima, ossia l'UT1. UT, ovviamente, sta per *Universal Time* (Tempo Universale), ma perché poi quell'1? Nel 1955 l'astronomo statunitense William Markowitz (1907-1998) tentò d'arrivare alla definizione di una scansione temporale basata non già sul *Tempo Atomico*, utile ai fini del computo del tempo civile, ma sull'osservazione di quasar molto distanti tramite l'interferometria a lunghissima base (VLBI). Si arriva così, per usi astronomici, ad una precisione di alcuni microsecondi.

³¹ Una piattaforma di programmazione e calcolo numerico utilizzata da milioni di ingegneri e scienziati in tutto il mondo per l'analisi di dati, lo sviluppo di algoritmi e la creazione di modelli.

³² J. Meeus, *Astronomical Algorithms*, 2nd ed., Willmann-Bell, 1998.

Originariamente ne furono individuati tre tipi: l'UT0, calcolato dall'osservazione del movimento giornaliero delle stelle e delle sorgenti radio extragalattiche, o dalle osservazioni della Luna e dei satelliti artificiali, che si è poi rivelato impreciso per via del fatto che non teneva in conto la polodìa (v. sopra); l'UT1, che invece ne tiene conto, e l'UT2, che considerava anche le irregolarità legate alle variazioni stagionali. UT0 e UT2 non sono ormai tenuti in alcuna considerazione, *mentre l'UT1 è stato riconosciuto ufficialmente come l'unico Tempo Universale.*

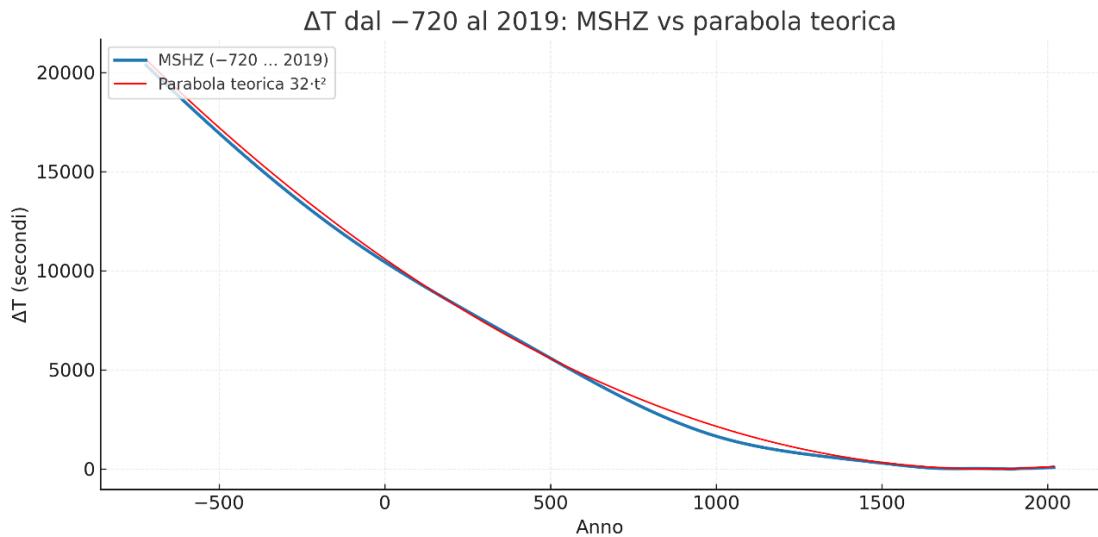
Come si fa a calcolarlo? Siccome esso tiene conto della polodìa, non possiamo che ricorrere allo IERS (*L'International Earth Rotation and Reference Systems Service*, per chi l'avesse già dimenticato), che emette regolarmente un apposito “Bollettino D” che ci fornisce il valore del “DUT1”, ossia del valore che va *sommato* all'UTC per ottenere l'UT1. Ma c'è un problema: la polodìa ha cominciato ad essere misurata in maniera precisa solo dal 1° gennaio del 1962, quindi il DUT1 è disponibile solo a partire da quella data. Come fare, allora, a calcolare l'UT1 per gli anni precedenti al 1962 o successivi all'ultima misurazione disponibile? Fortunatamente c'è un *escamotage*: il suo valore si può calcolare anche *sottraendo* dal TT (che abbiamo già calcolato) il *famigerato* ΔT (che si legge *delta-T*).

Cos'è il ΔT ? E perché lo definisco “famigerato”?

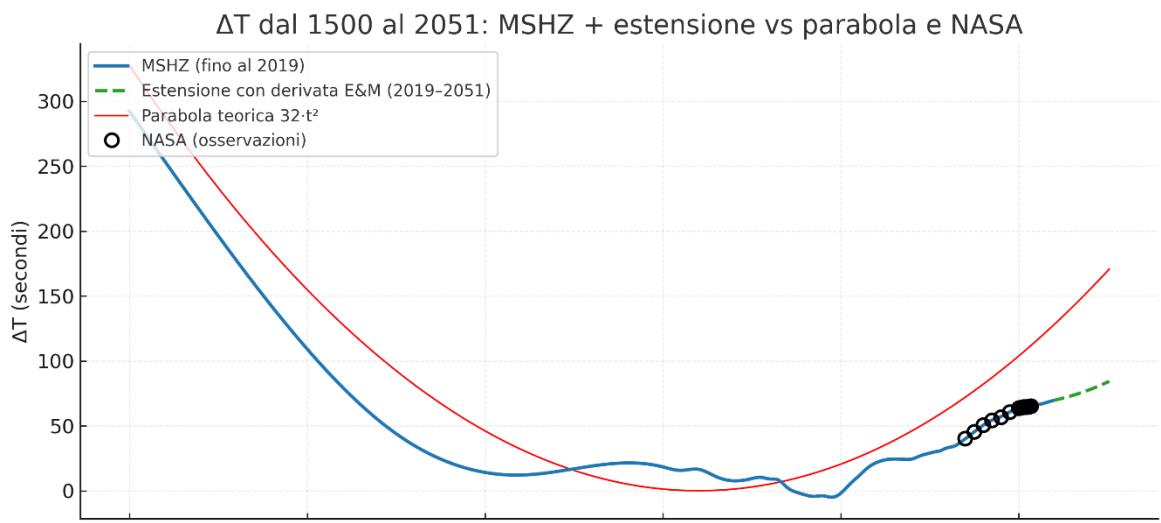
Dovete sapere che, a complicare ulteriormente la vita degli astronomi – e a questo punto anche di noi astrologi – occorre mettere in conto il fatto che la velocità di rotazione del nostro pianeta, e di conseguenza la lunghezza del giorno³³, *non sono costanti nel tempo...* Perché? La causa principale è il cosiddetto *effetto mareale* della Luna combinato con quello del Sole, ma entrano in gioco altri fattori *solo in parte a noi noti*, come ad esempio lo scivolamento del mantello della Terra rispetto al suo nucleo. L'unica cosa certa è che il ΔT ha un andamento *quasi* parabolico, che ha portato da un valore massimo di 4600 secondi *in meno* (rispetto al TT) nel 2000 a.C. ad un valore prossimo a 0 intorno al 1870, a valori *positivi* da quell'anno al 1900, per poi ricominciare a scendere (oggi siamo attorno ai 74 secondi), tanto che nel 6000 d.C. esso potrebbe raggiungere un valore di 57000 secondi *in meno...*

Il suo effetto è evidenziato nei tre seguenti Diagrammi:

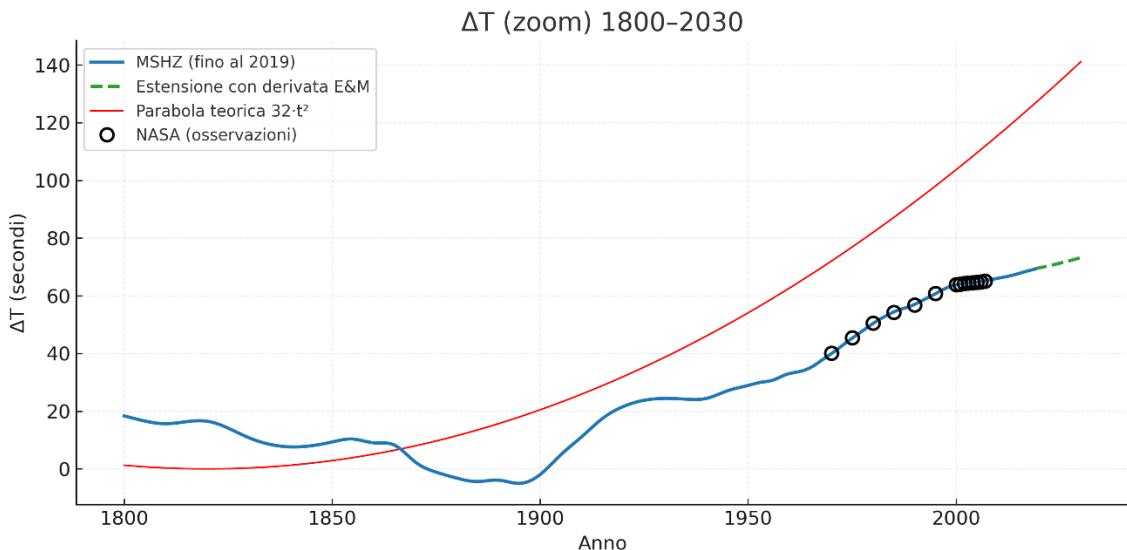
³³ In inglese *Length Of Day* (LOD).



1 - MSHZ si riferisce ai calcoli di Morrison, Stephenson, etc. Questo e gli altri due grafici sono stati elaborati con il supporto di ChatGPT – OpenAI



2 - Per gli anni non coperti dalle formule di Morrison, Stephenson etc. sono state utilizzate quelle di Espenak & Meeus.



3 - Ingrandimento del precedente grafico per il periodo 1800-2030.

Intendiamoci: i dati *certi* sono solo quelli comprovati dalle osservazioni della NASA, che spaziano dalla metà del secolo scorso ai giorni nostri, e per il resto possiamo affidarci soltanto a calcoli *empirici*, fatti soprattutto raccogliendo i dati delle grandi *eclissi storiche*, a partire da quelle osservate dai babilonesi o dai cinesi³⁴. Io ho scelto d'affidarmi – per realizzare un'apposita funzione MATLAB – alle formule di Morrison, Stephenson, Hohenkerk e Zawilski³⁵, perfino più attendibili di quelle precedentemente elaborate da Espenak e Meeus (v. nota precedente). Non a caso le loro “curve” battono alla perfezione coi dati osservativi della NASA.

Nella funzione si tiene conto dei valori DUT1, quando sono disponibili, o in alternativa di quelli forniti dalle formule di Morrison, Stephenson etc., in maniera da poter lavorare con buona approssimazione dal 1600 al 2050 d.C. Così ad esempio, per il nostro Bettino, scopriamo che nel 1934 il valore di ΔT era pari a 24,204628 secondi, che sottratti dal TT ci danno il seguente risultato: **UT1 ≈ 4:40:08**.

A questo punto i miei residui lettori, il cui numero potrebbe già essere rappresentato da numeri d'una sola cifra, si chiederanno perché alla fine di un excursus già tedioso io abbia voluto calcolare anche quest'ultimo valore. La risposta è semplice: l'UT1 interviene in maniera significativa nei calcoli del TSL (*Tempo Siderale Locale*), che poi altro non è che il nostro vecchio buon TSN.

³⁴ Un lavoro che ha impegnato a lungo soprattutto l'astrofisico statunitense Fred Espenak (1952-2025) e il più volte citato Jean Meeus, coautori del prestigioso *Five Millennium Catalog of Solar Eclipses – 2000 BCE to 3000 CE*, pubblicato dalla NASA nel gennaio del 2009.

³⁵ Cfr. Stephenson, Morrison e Hohenkerk, *Measurement of the Earth's rotation: 720 BC to AD 2015*, Royal Society Publishing, (2016) e l'Appendice di Morrison, Stephenson, Hohenkerk e Zawilski, *Addendum 2020 to 'Measurement of the Earth's rotation: 720 BC to AD 2015'*, Royal Society Publishing, (2021).

La già citata Risoluzione dell'Assemblea Generale IAU tenutasi nel 2000 a Manchester ha infatti introdotto anche il concetto di *Earth Rotation Angle* (ERA), ossia dell'*angolo di rotazione terrestre* misurato tra l'origine terrestre intermedia (TIO) e l'origine celeste intermedia (CIO), che è una funzione lineare proprio del tempo UT1. La formula per calcolare l'ERA *in radianti* è la seguente:

$$\text{ERA} = 2 \times \pi \times (0,779057273264 + 1,00273781191135 \times (\text{UT1} - 2451545)),$$

nella quale il simbolo “ π ” corrisponde al ben noto “*pi greco*”, del quale parlerò in dettaglio nell'APPENDICE B, alla fine dell'articolo; 0,779057273264 e 1,00273781191135 sono delle costanti nel merito delle quali è superfluo entrare, mentre l'ultima parte della formula si riferisce al fatto che per il calcolo dell'ERA è necessario tenere conto del numero di giorni UT1 trascorsi **da J2000** (=2451545,0), **ossia dal mezzogiorno del 1° gennaio 2000**. Nel nostro caso, corrispondendo l'UT1 espresso in giorni giuliani a 2427492,694536799, avremo: 2427492,694536799 - 2451545,0 = -24052,3054632009. Sviluppando la formula in base a questi dati otteniamo;

$$\text{ERA} = 6,28318530717959 \times (0,779057273264 + 1,00273781191135 \times -24052,3054632009) = -151533.949406742$$

Il risultato, come detto sopra, è in *radiani*, e va convertito in gradi moltiplicandolo per 180 e dividendo il risultato per *pi greco*, ma prima di farlo dobbiamo ridurlo entro i 360° dell'angolo giro, e così facendo otteniamo:

$$\text{ERA} = 3,91383181525886 \text{ radiani} = 224.246044738358^\circ = \mathbf{224^\circ 14' 45.761''}$$

A questo punto, per ricavare il *Tempo siderale medio di Greenwich* (GMST), occorre sommare all'ERA il valore della *precessione degli equinozi*³⁶ all'epoca in secondi d'arco. Il calcolo della precessione secondo le nuove formule è estremamente complesso, e non è certo il caso che io lo riporti in questa sede. Vi basti sapere che ammonta -3036,561967 secondi d'arco, pari a $-0^\circ 50' 36,5604''$. Otteniamo di conseguenza:

$$224^\circ 14' 45.761'' - 0^\circ 50' 36,5604'' = 223^\circ 24' 9,2''$$

Ovviamente, per ottenere il GMST, dobbiamo dividere questo valore per 15, convertendolo così da gradi in ore, e finalmente otteniamo:

$$\text{GMST} = 223^\circ 24' 9,2'' / 15 = \mathbf{14^h 53^m 36,61^s}$$

Ma a noi serve il *Tempo siderale apparente* (o “*vero*”), per cui a questo punto dobbiamo sommare al risultato ottenuto la cosiddetta *equazione degli equinozi*, che è una correzione per tenere conto anche del valore della *nutazione* all'epoca. Anche le formule per il calcolo della nutazione, aggiornate alla luce del CIO e del

³⁶ Ho cercato di chiarire cosa siano la *precessione* e la *nutazione* nell'APPENDICE A, anch'essa collocata alla fine dell'articolo.

TIO, sono estremamente complesse³⁷, motivo per cui rinuncio ad entrare nel merito per evitare d'essere crocifisso... Vi basti sapere che, nel nostro caso, l'equazione degli equinozi ha un valore di +0,758 secondi di tempo, motivo per cui il *Tempo siderale apparente di Greenwich* della genitura di Craxi risulta:

$$\mathbf{GAST} = 14^{\text{h}}53^{\text{m}}36,61^{\text{s}} + 0^{\text{h}}0^{\text{m}}0,758^{\text{s}} = \mathbf{14^{\text{h}}53^{\text{m}}37,37^{\text{s}}}$$

A questo punto è sufficiente sommare al GAST la longitudine locale in ore (pari a 0h36m43,99992s) per ottenere il TSL che, come detto più volte, è esattamente la stessa cosa del nostro TSN. E così abbiamo, finalmente:

$$\mathbf{TSL} = 14^{\text{h}}53^{\text{m}}37,37^{\text{s}} + 0^{\text{h}}36^{\text{m}}43,99992^{\text{s}} = \mathbf{15^{\text{h}}30^{\text{m}}21.37^{\text{s}}}.$$

“Miiiiiiiiii!”, esclamerebbe a questo punto Aldo Baglio (quello del famoso trio *Aldo Giovanni e Giacomo*), “Ma è indispensabile complicarci così tanto la vita?!?”. Beh, è quello che spesso mi sono chiesto anch'io, ma la risposta è resa evidente dal confronto del risultato appena ottenuto con quello del metodo al quale siamo abituati... Come avremmo proceduto, seguendo il metodo di gran lunga più rapido e comodo applicato finora? Avremmo trasformato l'orario di nascita in tempo siderale, avremmo sommato la longitudine locale in ore, ed infine avremmo addizionato al risultato il valore del Tempo siderale che ci forniscono le Effemeridi per l'ora 0.

Nel nostro caso, quindi, corrispondendo la longitudine di Milano (arrotondata alla prima cifra decimale) a 0^h36^m44^s, e il Tempo siderale per l'ora 0 del giorno a 10^h12^m43^s, abbiamo:

$$\begin{aligned} 4:40 / 0.9972696 &= 4:40:46 \\ 4:40:46 + 0:36:44 &= 5:17:30 \\ 5:17:30 + 10:12:43 &= 15:30:13 \text{ (TSN)} \end{aligned}$$

Come è possibile constatare, continuare a considerare il Tempo siderale come l'*angolo orario* misurato dal *punto vernal*, piuttosto che a partire del CIO, ci dà in questo caso una differenza di appena 8,37 secondi, in un contesto in cui, come ben sappiamo, è arduo sapere perfino il *minuto* esatto in cui il soggetto è venuto alla luce. Il problema è che per *domicare* dobbiamo moltiplicare il TSN (o TSL che sia) per 15, in modo da ricavarne il corrispettivo in *gradi di Ascensione Retta del Medio Cielo*, e così facendo quella piccola differenza diventa di 125,57085 secondi d'arco, pari a ben 2 primi e 5,55 secondi. Nella pratica ciò significa che col metodo “tradizionale” calcoliamo un ARMC di 232°33'15”, mentre col secondo di 232°35'20,55”.

³⁷ Cfr. N. Capitaine et al., “*Definition of the Celestial Intermediate Origin and the Origin of Right Ascension*”, A&A 412, 567–586 (2003); G. H. Kaplan, *The IAU 2000 Resolutions: Earth Orientation and Reference Systems*, U.S. Naval Observatory Circular No. 179 (2005).

b) Sinner

Nel caso di Jannik Sinner, ripetendo per chi già l'avesse scordato che il campione altoatesino è nato a Sesto (*Sexten* in lingua altoatesina) il 16 agosto del 2001 alle 00:52 CEDT, dove quest'altra sigla si riferisce al medesimo fuso nel periodo in cui ad esso è applicato il *Daylight Saving Time*, volgarmente noto come “ora legale”, possiamo ricavare subito un **UTC = 22:52** del **15** agosto 2001.

A questo punto dobbiamo considerare anzitutto che per quell'epoca conosciamo il valore dei *leap seconds* (32) da aggiungere all'UTC per calcolare il TAI:

$$\mathbf{TAI = 22:52 + 0:0:32 = 22:52:32}$$

Il *Tempo terrestre*, invece, lo calcoleremo sempre *limitandoci ad aggiungere a questo risultato i 32,184 secondi dei quali ho spiegato sopra il motivo*, e così:

$$\mathbf{TT = 22:52:32 + 0:0:32,184 = 22:53:04,184}$$

Volendo calcolare a questo punto anche il *Tempo del Baricentro*, dalla nostra formula “empirica” esso risulta:

$$\mathbf{TDB \approx 22:53:04}$$

Arrivati qua, ci preme tuttavia di più passare al calcolo dell'UT1, che sappiamo fondamentale per arrivare a calcolare con precisione i *Tempi siderali*. Ma attenzione! Così come abbiamo visto che, contrariamente al caso di Craxi, per quell'anno è disponibile il valore dei *leap seconds*, lo è anche quello del DUT1, ossia di quel valore che ci consente, ***in maniera assai più precisa del ΔT*** , di ottenere l'UT1 *direttamente dall'UTC*. Vediamo quindi come procedere, stante che il DUT1 per quella data risulta avere un valore di -0,0224863 secondi:

$$\mathbf{UT1 = 22:52:0 - 0:0:0.0224863 = 22:51:59,78}$$

Per dirla in parole povere, insomma, per i nati dopo il 1962 non abbiamo alcun motivo di chiamare in causa il ΔT , che peraltro, come ribadito più volte, è sempre e comunque un valore *empirico*, mentre il DUT1 tiene conto perfino della polodìa!

Arrivati a questo punto dovrei riproporvi quantomeno le formule per il calcolo dell'ERA, ma siccome l'ho esposto in dettaglio nella parte relativa al TN di Craxi, e i risultati dei calcoli svolti con una semplice *calcolatrice tascabile*, sia pur *scientifica*, non sarebbero affidabili (v. APPENDICE B) mi limito a fornirvi i risultati “bell'e fatti”:

$$\mathbf{ERA = 307^{\circ}23'21,3432''}$$

$$\mathbf{GMST = 20^{\text{h}}29^{\text{m}}38.41138^{\text{s}}}$$

$$\mathbf{GAST = 20^{\text{h}}29^{\text{m}}37.42765^{\text{s}}}$$

A questo punto basta sommare la longitudine locale in ore (che in questo caso è pari a 0.8233333^h) per ottenere il TSL che risulta:

$$\mathbf{TSL = 21^h19^m1.428^s.}$$

Volendo procedere anche in questo caso ad un confronto col nostro metodo “classico”, vediamo che seguendolo avremmo ottenuto, corrispondendo la longitudine di Sesto a $0^h49^m24^s$, e il Tempo siderale per l’ora 0 del giorno **15** a $21^h33^m51^s$:

$$\begin{aligned} 22:52 / 0.9972696 &= 22:55:45 \\ 22:55:45 + 0:49:24 &= 23:45:09 \\ 23:45:09 + 21:33:51 &= 45:19:00 = 21:19:00 \text{ (del } \mathbf{16} \text{)} \end{aligned}$$

Com’è possibile constatare, in questo caso la differenza fra i due metodi di calcolo (il secondo, di sicuro, *enormemente* più facile del primo!) ammonta ad appena 1.428 secondi, e quindi incide in maniera poco significativa anche moltiplicando per 15 tale valore per ottenere i *gradi di Ascensione Retta del Medio Cielo* che, coi calcoli “aggiornati”, risultano $319^{\circ}45'21,42''$, mentre con quelli “classici” $319^{\circ}45'00''$.

c) Conclusioni

Per le nascite successive al 1958/62, laddove i calcoli astronomicamente aggiornati risultano più precisi per via dell’introduzione dei *leap seconds* e della disponibilità dei valori di DUT1, la domificazione ricavata a partire dal valore calcolato per il TSL non sembra cambiare in maniera significativa rispetto al valore calcolato col metodo “tradizionale”.

Diversa appare invece la situazione per le nascite precedenti al 1958/62, dove – come abbiamo visto nell’esempio relativo a Bettino Craxi – la differenza tra i valori del TSL calcolato coi due metodi può arrivare a comportare una domificazione “spostata” di qualche primo d’arco.

«*Che fare?*», si sarebbe chiesto Lenin a questo punto... Da un punto di vista pratico si può senz’altro continuare a fidarci del metodo “tradizionale”, specie considerando la succitata incertezza che abbiamo spesso sull’orario esatto della genitura e la possibilità che quei primi d’arco dipendano in realtà dal ricorso ad un valore “empirico” come il ΔT .

Per onestà intellettuale è comunque doveroso, da parte mia, segnalare che l’utilizzo di fonti accreditate (come le Effemeridi del *Jet Propulsion Laboratory* DE440/441, il passaggio dal *punto vernal* al CIO, e l’adozione della matrice unificata *pn06amat* di precessione-nutazione IAU2006/2000) comportano piccole variazioni anche nel posizionamento di Luminari e Pianeti nel Cielo, sia in Ascensione Retta e Declinazione che in Longitudine e Latitudine.

Piccole, ripeto, ma significative se e quando cominceremo a calcolare gli aspetti non solo in termini di distanza longitudinale. Ma questa è un’altra storia, e non è certo il caso di approfittare ulteriormente della pazienza dei due/tre lettori

che avranno avuto la pazienza di seguirmi sin qui. Soprattutto con quest'ultimi mi scuso, quindi, per il tedio che avrò loro provocato. Specie considerando che – volete scommettere? – conosco perfino i loro nomi...

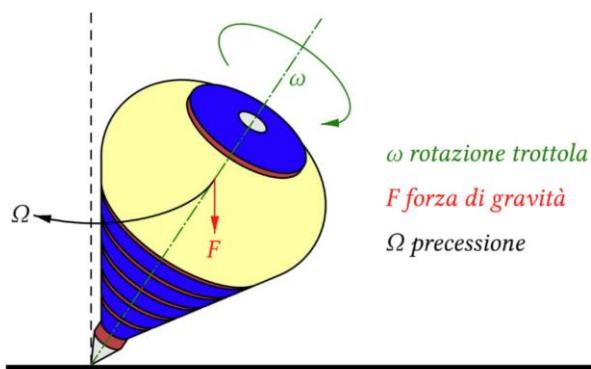
APPENDICE A: *Precessione e nutazione.*

I più giovani tra i miei lettori sono probabilmente così fortunati da non ricordare neppure il clamore suscitato, qualche anno fa, dal presunto ormai prossimo avvento dell'*Era d'Acquario*. Per qualche tempo, intorno agli anni '70, una schiera di ispirati "guru" profetizzò l'imminente catarsi legata al passaggio dall'*Era dei Pesci* (legata a doppio filo alla figura di Gesù Cristo, e quindi iniziata, secondo loro, poco più di 2.000 anni fa) all'*Era d'Acquario*. Riguardo a quest'ultima, il cui avvento sarebbe grosso modo avvenuto – a parer loro – in coincidenza dell'inizio del nuovo millennio, "l'enfasi acquariana assume toni da *parousia* soteriologica: un arrivo del giorno nuovo salvifico, segnato dall'evento inscritto nel libro cosmico"³⁸.

Come tutte le altre favole, comunque, anche questa adombrava qualcosa di vero: per capirlo dobbiamo parlare di uno dei movimenti "secondari" del nostro pianeta. Il termine "secondario" – è bene precisarlo – si riferisce solo al fatto che nel breve periodo è difficile apprezzarne le conseguenze, contrariamente a quanto accade per i movimenti di *rotazione*, che causa il quotidiano alternarsi di notte e di, e di *rivoluzione*, dal quale dipende l'alternarsi delle stagioni.

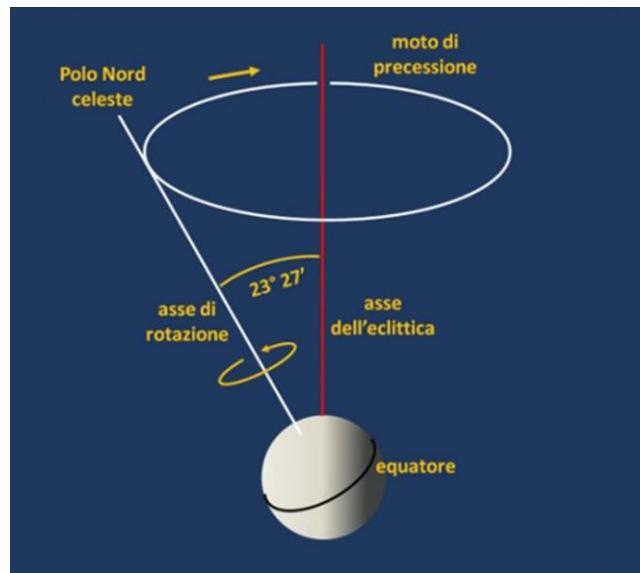
Per capire la meccanica di questo movimento dobbiamo tornare indietro negli anni, per l'esattezza di tanto da riuscire a ricordarci uno dei nostri primi giocattoli: la *trottola*. In verità non so se le nuove generazioni hanno ricordi del genere. Ai miei tempi una trottola non mancava mai nel "corredo" di un bambino, ed era immancabilmente fonte di grande divertimento finché continuava a funzionare; cioè per un bel po' di tempo, dato che allora le trottole erano pesantissimi aggeggi di metallo difficilissimi da rompere.

Chi ne ha avuto una, dovrebbe ricordare un particolare della trottola: man mano che il suo moto rallentava, ed il suo asse smetteva di essere perpendicolare al suolo, oltre che del suo velocissimo moto di rotazione essa si animava di un altro movimento; il suo asse, infatti, a causa della forza di gravità (indicata nella figura con la sigla *F*), cominciava ad animarsi di una rotazione conica intorno alla verticale, nello stesso senso della rotazione principale:



³⁸ S. Guidi, in "Kemi-Hathor" n° 23 dell'agosto '86, pag. 13.

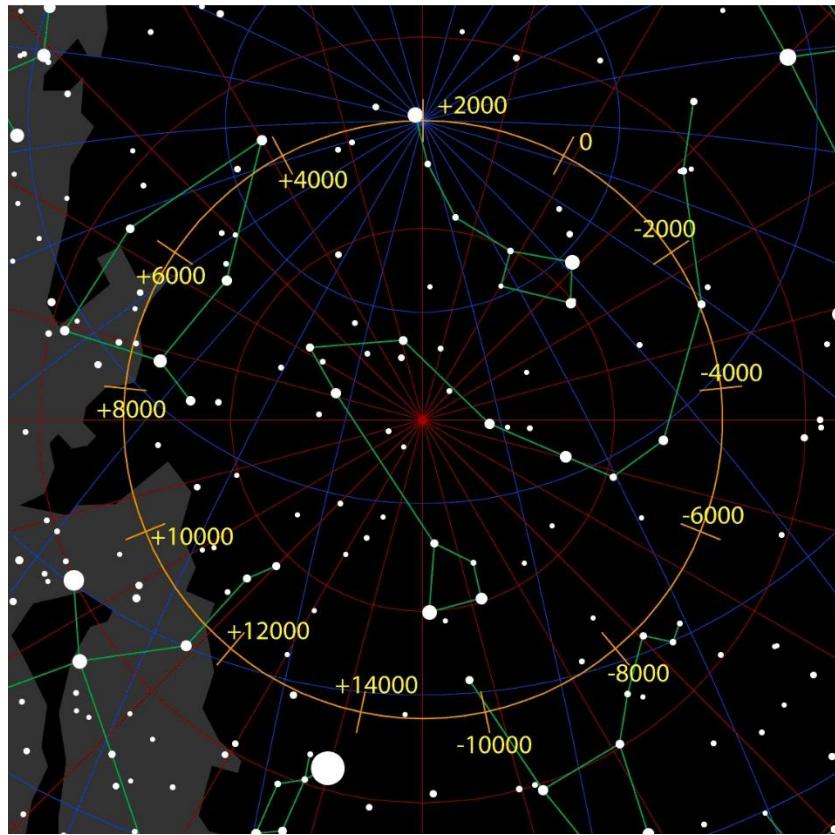
La stessa identica cosa avviene per il nostro pianeta a causa dell’attrazione esercitata su di esso dal Sole e dalla Luna, ed in misura minore (ma non indifferente!) anche dagli altri pianeti: il suo asse è soggetto ad una rotazione conica che fa compiere lentamente ai suoi due semiassi un moto circolare in senso orario:



La prima conseguenza è uno “scivolamento” del punto Gamma sull’eclittica, che avviene nel verso opposto a quello secondo il quale lungo l’eclittica sembra muoversi il Sole, ed ammonta a circa 50,2” l’anno, con la conseguenza che ogni anno la nostra stella si ritrova nel punto equinoziale con 20 minuti di anticipo sul suo movimento rispetto alle stelle fisse. Per questo motivo il fenomeno (del quale Newton diede secoli dopo la spiegazione corretta e completa) prese il nome di *precessione degli equinozi*.

La seconda conseguenza è che col passare del tempo i due semiassi non “puntano” più verso la stessa stella, con la conseguenza che – ad esempio – 3.000 anni fa la *stella polare* non era, come adesso, α Ursae Minoris, ma α Draconis (Thuban), com’è possibile vedere dalla seguente immagine³⁹:

³⁹ Credits: Wikimedia user Tau’olunga, Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic.



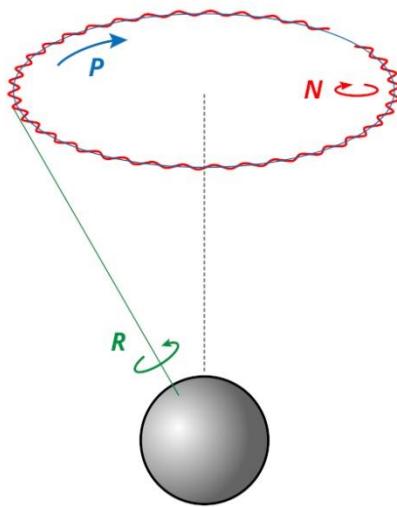
In realtà, tuttavia, il “cerchio” non si chiude mai, e questo per l’effetto non indifferente degli altri pianeti (e in special modo dei “giganti gassosi”) sul moto di precessione.

La terza conseguenza (e qui ci fermiamo, altrimenti potremmo non finirla più!) è la variazione della longitudine eclittica delle “stelle fisse”, delle quali non cambia, invece, nel tempo la latitudine, mentre cambiano sia la loro ascensione retta che la loro declinazione, poiché nel calcolo di entrambe entra in gioco anche la longitudine. Poi ci sarebbe da aggiungere – a riguardo – anche l’effetto dell’*aberrazione annua*, ma adesso non voglio complicare ulteriormente le cose perché, piuttosto, abbiamo da mettere in conto anche il secondo punto all’ordine del giorno: la *nutazione*.

Abbiamo già detto che nella precessione entrano in gioco gli effetti gravitazionali di Sole, Luna e pianeti. Ma quello del nostro unico satellite (almeno fino a quando qualcuno non sarà capace di dimostrarci l’esistenza della *Luna nera*) è in un certo qual modo il più forte, perché pur essendo enormemente più piccola del Sole essa è il corpo celeste a noi più vicino. Quale ne è la conseguenza?

Un *ondeggiamento* (“nutazione” significa proprio questo) dell’inclinazione dell’asse terrestre sull’eclittica, che nel corso dei secoli fa variare tale inclinazione – che attualmente è di circa $23^{\circ}26'10,5''$ – da 21 a più di 24 gradi. Il tutto in maniera assai più “veloce” delle variazioni indotte dalla precessione, perché mentre quest’ultima ha un periodo di circa 26.000 anni, l’effetto della nutazione si compie in cicli di circa 18,7 anni, il che vuol dire che durante un ciclo di precessione se ne contano più d’un migliaio...

Il risultato è che in realtà, anche se pure questa mostra la situazione in maniera assai grossolana, alla seconda figura di questa appendice bisognerebbe in realtà sostituire quest'altra⁴⁰:



nella quale è possibile notare, alla fine della linea tratteggiata, il *polo dell'eclittica*, mentre la linea rossa “ondeggianta” rappresenta la variazione del *polo nord celeste*. L'eclittica, insomma, è in special modo il *punto gamma*, risultano – alla luce di questo “balletto” – riferimenti del tutto inaffidabili, ed è per questo motivo che nel primo quarto del nostro secolo sono stati sostituiti dagli astronomi col CIO (*Origine intermedia celeste*) e col CIP (*Polo intermedio celeste*) che, riferendosi a sorgenti extra-galattiche, sono punti di riferimento assai più affidabili per tutti i calcoli astronomici.

Purtroppo ciò ha comportato una completa revisione dei calcoli che, alla luce di questi nuovi *landmarks*, sono diventati talmente complessi che non mi sono neppure sognato di riportarvene le formule. Chi volesse approfondire (ma non credo ci sia qualcuno masochista quanto lo sono stato io) può fare riferimento alle fonti già citate: N. Capitaine et al., *Definition of the Celestial Intermediate Origin and the Origin of Right Ascension*, A&A 412, 567–586 (2003); G. H. Kaplan, *The IAU 2000 Resolutions: Earth Orientation and Reference Systems*, U.S. Naval Observatory Circular No. 179 (2005). Basti sapere che le macchinose formule per il calcolo della precessione e della nutazione, così come quelle per calcolare l'ERA, considerano i giorni trascorsi da J2000 (mezzogiorno del 1° gennaio 2000) alla data dell'evento, ed hanno quindi un valore negativo per le date precedenti a quella, e positivo per quelle ad essa successive.

⁴⁰ Credits: User Herbye (German Wikipedia). Designed by Dr. H. Sulzer, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4397527>.

APPENDICE B: *Principia Mathematica*.

Sì, lo so, tali Alfred N. Whitehead e Bertrand Russell hanno già scritto un'opera con questo titolo, e certamente si tratta di un testo di respiro enormemente più ampio di queste mie noti finali, che ho voluto intitolare così solo perché ci si potesse capire su alcune questioni di fondamentale importanza riguardo ai calcoli degli astronomi.

Partiamo subito da un esempio pratico: quando abbiamo appreso l'esistenza del famoso π (*pi greco*), alle elementari o alle medie, c'è stato detto che il suo valore è 3,14. E questo è vero, in un certo qual modo, perché per calcolare la circonferenza o l'area di un cerchio è in realtà accettabile considerare le sole due prime cifre decimali (quelle oltre la virgola).

Ma π è un numero *irrazionale*, e questo significa che il numero delle sue cifre decimali è in realtà infinito: pensate che ne sono state calcolate fino a 100 mila miliardi! Dobbiamo usarle tutte, per avere dei calcoli precisi? In realtà, in Astronomia, ne bastano appena quindici per descrivere in maniera soddisfacente l'Universo. Lo stesso programma da me usato (MATLAB, come detto più volte) ne usa solo quattordici, fornendo il valore 3,14159265358979, e quindi per i calcoli più avanzati applica già un certo “arrotondamento”, che comunque è accettabile per i nostri scopi.

Altro il discorso per le *calcolatrici scientifiche*, ossia quelle che i più volenterosi tra di noi (che già son pochi) usano per fare i calcoli “a mano”, ad esempio, del TSN. La mia, che è una delle migliori sul mercato (una CASIO fx-991EX), se le chiediamo d'indicarci il valore di π risponde: 3,141592654, arrotondando alla nona cifra decimale... Già leggendo questa premessa m'avrete preso per pazzo, e forse non a torto: chi ha bisogno di più di nove cifre decimali per calcolare un TSN?

Beh, nessuno, in effetti. Solo che i calcoli degli astronomi sono “un po’” più complicati dei nostri, e la conseguenza è che tra un passaggio e l'altro quegli arrotondamenti portano a numeri completamente sballati.

Ora, ho detto esplicitamente che non avrei fornito le formule complete necessarie a calcolare secondo le più recenti teorie la *precessione* e la *nutazione*, perché sono talmente complesse che non era proprio il caso di riportarle, ma anche un calcolo relativamente semplice come quello dell'ERA, se fatto con una *calcolatrice scientifica*, piuttosto che con il mio programma (come ho fatto sopra, riportando i risultati da esso forniti) è destinato a “dare i numeri”, e ve lo dimostrerò rifacendo di seguito il calcolo relativo all'ERA di Bettino Craxi con la mia. Cominciamo col riepilogare la formula:

$$\text{ERA} = 2 \times \pi \times (0,779057273264 + 1,00273781191135 \times (\text{UT1} - 2451545)),$$

Nel nostro caso, come abbiamo visto, il valore dell'UT1, espresso in giorni giuliani, è pari a 2427492,694537, e quindi sottraendo da esso il valore di J2000 (ossia il giorno giuliano corrispondente al mezzodì del 1° gennaio 2000) avremo:

$2427492,694537 - 2451545,0 = -24052,305463$. Sviluppando la formula in base a questi dati otteniamo;

$$\text{ERA} = -151533,9494$$

Io ho inserito nella mia calcolatrice i numeri comprensivi di tutte le cifre decimali indicate sopra, ma evidentemente la poverina non li ha tenuti tutti in conto, perché proprio *non ce la fa*, e quindi il risultato è “tronco” rispetto a quello precedentemente ottenuto, che era -151533.949406742 . “E chi se ne frega?”, potrebbe a buon diritto dire qualcuno al quale non mi sento ancora di dare tutti i torti... Ma andiamo avanti: questo risultato, che dobbiamo ricordarci che è ancora espresso *in radianti*, va necessariamente ricondotto nel *range* $0-2\pi$, cosa che un qualsiasi linguaggio di programmazione fa immediatamente con una funzione chiamata *mod* (da *modulo*). Ma non posso certo pretendere che i miei lettori sappiano usare un computer (né tantomeno che conoscano un linguaggio di programmazione), e quindi vediamo come procedere *manualmente*.

Per fare la stessa cosa con la calcolatrice dobbiamo dividere il numero ottenuto *in valore assoluto* (cioè senza il segno meno) per 2π , prendere solo la parte intera del quoziente, moltiplicarla per 2π e sottrarre questo risultato da quello di partenza per ottenere il *resto*:

$$\begin{aligned} 151533,9494 / 2\pi &= 24117,37709 \\ 24117 * 2\pi &= 151531,5801 \\ 151533,9494 - 151531,5801 &= 2,3693 \end{aligned}$$

Dove già comincia a cascare il nostro povero asino: la procedura seguita è impeccabile, ma il risultato è assai lontano da quello atteso, che era $3,91383181525886$. Vediamo adesso che succede convertendo questo risultato in gradi:

$$2,3693 \times 180 / \pi = 135,7508904 = 135^\circ 45' 3,205441''$$

Senza bisogno d’andare oltre, a questo punto è evidente che della calcolatrice, per calcoli di questo tipo, non possiamo fidarci, perché il risultato atteso (ossia quello ottenuto col programma) era di $224^\circ 14' 45.761''$. Pur non essendo un matematico, spero d’avervi così dimostrato l’enorme importanza delle cifre decimali (maledette!) e, di conseguenza – purtroppo – l’inutilità di questa mia lunga disquisizione: le nostre vecchie, buone formule “classiche” ci danno infatti risultati tutto sommato affidabili, mentre per applicare le “nuove” non potremmo fare a meno di un computer, per giunta dotato di software appositamente progettato. Il *gap* tra la nostra Astrologia e l’Astronomia, così come i nostri “cugini” l’hanno doverosamente aggiornata nel corso degli ultimi due secoli, resta incolmabile e, alla fin fine, per il calcolo dei Temi Natali dei nati negli ultimi 125 anni, e di quanti ne nasceranno nei prossimi 75, possiamo stare tranquilli. Altra è la storia per chi pretende di calcolare in maniera precisa la genitura – che so io? – di un Federico II di Svevia, nato nel 1194... In quel caso, purtroppo, sarebbe il *nostro* asino a cascare e a farsi, poverino, molto male, perché verrebbero ad essere

i dati forniti dalle Effemeridi che siamo soliti consultare (perfino quelle che riteniamo più attendibili!) assolutamente inadeguati a rispecchiare la vera situazione dell’asse terrestre all’epoca, soprattutto per via della precessione e della nutazione correttamente calcolate.

Francesco Maggiore