

LA NON COSTANTE DURATA DEL GIORNO SOLARE VERO

► Quale risposta possiamo dare alla domanda “*che cosa è il tempo?*”

La nostra idea di tempo è indubbiamente legata alla variabilità delle nostre percezioni e cioè al mutare della realtà, nel senso che se non esistessero enti fisici soggetti al divenire non esisterebbe più neppure il tempo perché non sarebbe più possibile discernere tra un “*prima*” e un “*dopo*”; quindi possiamo dire che il tempo si basa sul concatenamento, di prima e di dopo, degli eventi. Quindi, per noi, il tempo si configura come la percezione della “*durata*” di un fenomeno che rimane un concetto primitivo e non soggetto ad una spiegazione più semplice.

Pertanto siamo portati a parlare di “*intervalli di tempo*” o di “*durate*” piuttosto che di “*tempo*”.

► Filosofi, teologici, matematici, fisici hanno dato la loro interpretazione di tempo; ne riporto alcuni.

Secondo **Sant’Agostino**:

- il tempo non esiste oggettivamente. Esso si divide in tre parti: passato, presente e futuro. Il passato non esiste in quanto non è più; il futuro non esiste in quanto non è ancora; e il presente attimo dopo attimo diventa passato, e se così non fosse sarebbe eternità e non presente. Quindi il tempo non esiste. Ma semplicemente il passato viene visto come memoria, il futuro come aspettativa e il presente come percezione.
- ne “Le Confessioni” si trova una delle più profonde analisi del tempo: alla domanda “che cos’è il tempo?” egli rispondeva: “*Se non me lo chiedi lo so; ma se invece mi chiedi che cosa sia il tempo, non so rispondere*”.

Secondo **Isacco Newton**:

- 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;
- il tempo 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, l’anno.

Secondo **Albert Einstein**:

- il tempo non è assoluto, ma relativo a due variabili: la velocità e il riferimento spaziale degli osservatori.

Secondo **Julian Barbour**:

- il tempo non esiste perché non si può osservare.

■ Julian Barbour è il fisico che ha ammazzato il tempo. Nel suo libro “La fine del tempo” spiega la sua teoria ... “*al livello elementare, sostengo che il tempo non esiste perché non si può osservare. Tutto ciò che è possibile vedere sono le cose che cambiano ... parlare di prima e di dopo non ha senso se dico uno, due, tre, quattro, cinque, sei, sette, ebbene dicendo sette, non è detto che il numero tre sia morto ... la mia idea è che il tempo sia, di fatto, una illusione e così il movimento,*

che non esistano effettivamente nella realtà, ma che siano introdotte nel mondo da noi”

► Ora ci soffermiamo sul “tempo relativo, apparente e volgare” di Newton, per misurare gli “intervalli di tempo”. Ricordiamo che per misurare un intervallo di tempo vuol dire determinarne il “**rapporto**” rispetto ad un intervallo di **tempo campione**.

Analogamente come viene definito il “**metro**”, quale unità fondamentale delle misure di lunghezza

“*distanza percorsa dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo pari a $\frac{1}{299792458}$ s*, avendo

assunto per velocità della luce, nel vuoto, il valore $c = 299792458 \frac{m}{s}$ ”, possiamo definire l’unità delle misure degli intervalli di tempo: il “**giorno**”.

► Si definisce giorno l’intervallo di tempo impiegato dalla Terra a compiere una rotazione completa attorno al proprio asse polare. Considerato che la rotazione della Terra si manifesta nel moto apparente diurno degli astri, si è deciso di prendere come unità di misura del tempo l’intervallo di tempo che trascorre tra due passaggi consecutivi di un astro allo stesso meridiano, esso viene chiamato “*giorno dell’astro*” da cui la terminologia a seconda dell’astro di riferimento scelto:

- giorno solare vero,
- giorno solare medio,
- giorno sidereo o siderale,
- giorno lunare,
- e così di seguito;

essi differiscono, tra di loro, in funzione del rispettivo riferimento astronomico.

- **il giorno solare vero** è l’intervallo di tempo che intercorre tra due successivi passaggi del centro del Sole al meridiano superiore di un luogo; l’istante in cui il centro del Sole passa al meridiano superiore di un luogo, è il *mezzodì vero locale* (non *mezzogiorno*, come è in uso) di quel luogo, ovvero sono le ore 12 solari vere locali di quel luogo. L’istante in cui il centro del Sole passa al meridiano inferiore di un luogo, è la *mezzanotte solare vera locale* di quel luogo, ovvero sono le ore 24 o le ore 0 solari vere locali; quindi è l’istante in cui termina un giorno solare vero locale ed inizia il successivo. Il giorno solare vero non ha durata costante; la variazione della sua durata è dovuta:

1. all’obliquità dell’eclittica
2. alla variazione continua della velocità della Terra percorrendo l’orbita ellittica attorno al Sole (passando dalla velocità massima al perielio a quella minima all’afelio)

La prima causa originerebbe i giorni più lunghi dell’anno ai solstizi e i più corti agli equinozi (con una differenza di 39 secondi), mentre la seconda causa causerebbe il giorno più lungo quando la Terra è all’afelio e il più corto quando la Terra è al perielio (con una differenza di 15 secondi).

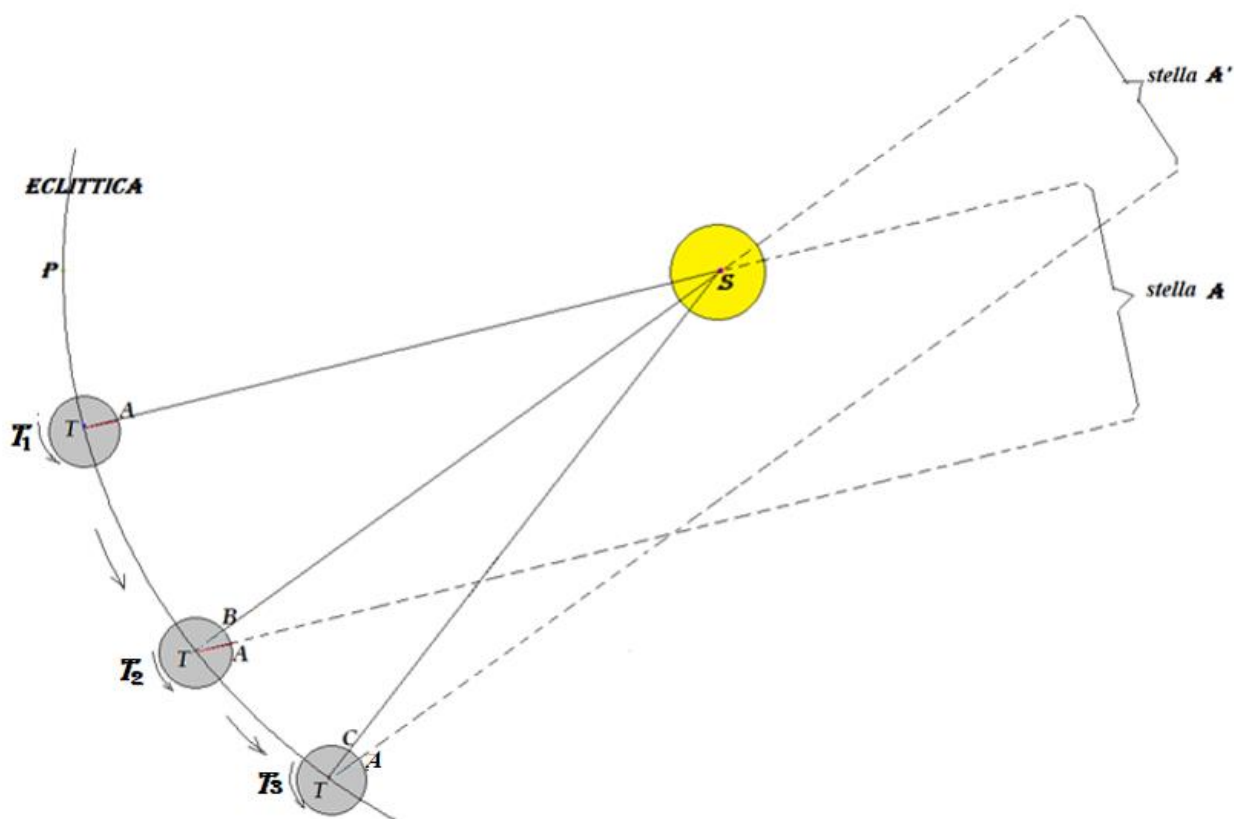
Pertanto il Sole vero non è idoneo a misurare il tempo, ed ecco allora la nascita de:

- **il giorno solare medio** (utilizzato per scopi civili); ha durata pari alla media aritmetica delle varie durate di tutti giorni solari veri di un anno. Il giorno medio viene suddiviso in *ore*, *minuti* e *secondi*.

In particolare il giorno solare vero è il più corto, di 21 secondi, a metà settembre ed è più lungo, di 30 secondi, a metà dicembre.

- Il **giorno siderale** (da “sideralis” che, a sua volta, deriva da “sidus” che vuol dire “stella”) è l’intervallo di tempo che trascorre tra due passaggi consecutivi di una stella su uno stesso meridiano; assumere come riferimento una stella lontana (per abitudine, detta stella fissa) rende trascurabile, date le grandi distanze, lo spostamento che la Terra ha nella rivoluzione attorno al Sole. Quale stella di riferimento si è preso il punto vernale (uno dei due punti di intersezione dell’eclittica con l’equatore celeste, specificamente quello in cui si trova il Sole all’equinozio di primavera; la parola “vernale” deriva dalla parola latina “ver” che vuol dire “primavera”), da cui la **definizione: il giorno siderale è l’intervallo di tempo tra due passaggi consecutivi del punto vernale allo stesso meridiano.**

► Ed ecco ora una dimostrazione grafica della *continua variabilità della durata del giorno solare vero*. Ci serviamo infatti della seguente figura, dove:



- S è il centro del Sole,
- T_1 la posizione della Terra in un punto vicino al perielio P ,
- T_2 la posizione della Terra dopo aver percorso il tratto di eclittica compiendo una rotazione completa attorno al proprio asse polare in 24 ore siderali, comprovata dal fatto che la traccia del meridiano TA si mantiene nella medesima direzione e verso della stella fissa A ; ma, affinché il centro del Sole passi nuovamente al meridiano di A , occorre che la Terra ruoti, attorno al suo asse polare, ancora dell’angolo ATB .

- **T_3** è la posizione della Terra dopo un'altra rotazione completa attorno al suo asse polare (in 24 ore siderali), comprovata dal fatto che la traccia del meridiano TA si mantiene nella medesima direzione e verso della stella fissa A ; ma, affinché il centro del Sole passi nuovamente al meridiano di A , occorre che la Terra ruoti, attorno al suo asse polare, ancora dell'angolo ATC .

► Da quanto esposto si intuisce la necessità di introdurre, al posto del giorno vero, il giorno medio, come già lo abbiamo presentato.

Ma, tenuto conto che un qualunque “**giorno**” è l'intervallo di tempo che intercorre tra due successivi passaggi di un astro al meridiano superiore di un luogo, a quale astro ci dobbiamo riferire per il giorno medio?

Ed ecco l'idea: immaginare l'esistenza di due ipotetici astri che sono stati chiamati convenzionalmente con i nomi di *Sole fittizio* e *Sole medio*, non presi a caso ma che rispettino alcune leggi della meccanica celeste, e precisamente:

- il *Sole fittizio* è un Sole immaginario che percorre l'eclittica con moto uniforme e passa assieme al *Sole vero* al perielio e all'afelio. Questo Sole, che percorre l'eclittica con moto uniforme, ha un moto uniforme in longitudine celeste, ma non in ascensione retta perché le proiezioni sull'equatore celeste di archi uguali di eclittica non risultano tra loro uguali;
- il *Sole medio* è un Sole immaginario che percorre l'equatore celeste con moto uniforme e che passa simultaneamente nel punto equinoziale (o vernale) assieme al Sole fittizio, ripassandovi nuovamente assieme dopo ogni anno tropico ovvero ogni 365.2422 giorni solari veri.

A introduzione avvenuta del Sole medio, possiamo dare la definizione del **giorno solare medio** o, più semplicemente, del **giorno medio**: *è l'intervallo di tempo che intercorre tra due successivi passaggi del centro del Sole medio al meridiano superiore di un luogo.*

■ Per assurdo (ma non troppo) immaginiamo che due ipotetici esseri, l'uno dalla Terra e l'altro da un pianeta della stella Vega, comunichino tra loro, mediante radio onde.

Necessita anzitutto fare una premessa; bisogna definire l'**anno luce** che è una unità di misura di distanza e precisamente l'unità di misura utilizzata per calcolare le distanze stellari.

Esso viene definito come segue:

esprime il numero di chilometri percorsi dalla luce in un anno solare; questo numero è ottenuto moltiplicando il numero dei secondi che stanno in un anno solare per 300000 che, in chilometri al secondo, è la velocità della luce; pertanto,

visto che:

- $60 \cdot 60 = 3600$ sono i secondi che stanno in un'ora,
- $3600 \cdot 24 = 86400$ sono i secondi che stanno in un giorno,
- $86400 \cdot 365 = 31536000$ sono i secondi che stanno in un anno solare,

i chilometri percorsi dalla luce in un anno solare sono:

$$31536000 \cdot 300000 = 25920000000 \text{ Km.}$$

Supponiamo, per comodità di calcolo, che la distanza tra il Sole e la stella Vega sia di 50 anni luce (in realtà è di 25.3anni luce; ciò significa che quando noi vediamo, di notte, la stella Vega, noi vediamo la sua situazione di 25.3 anni prima; e se questa stella dovesse spegnersi, noi la vedremmo luminare nel cielo ancora per 25.3anni).

Ipotizziamo che in un pianeta della stella Vega, di nome convenzionale POA, abiti un *“extraterrestre umanoide”* di nome IGO; esso manda, in tutte le direzioni un radiomessaggio che recita:

“mi chiamo IGO, ho 70 anni e vivo sul pianeta POA nel sistema vegale”

Il radio-messaggio viene captato, dopo 50 anni, da un abitante della Terra, di nome Mario che risponde con altrettanto radio-messaggio:

“ho ricevuto il tuo messaggio, mi chiamo Mario, ho 40 anni e vivo nel sistema solare, sul pianeta Terra”

Passano ulteriori 50 anni e risponde nuovamente IGO:

“sono sempre IGO, vivo ancora sul pianeta POA e ho 170 anni”

Passano ulteriori 50 anni ed il radiomessaggio arriva nuovamente sulla Terra, ma Mario è morto e così pure il figlio, che al ricevimento del primo contatto aveva 15 anni e che, se fosse ancora vivo, ora avrebbe 115 anni; pertanto riceve il contatto Nando, nipote di Mario che risponde:

“sono il nipote di Mario, mi chiamo Nando ed ho 75 anni, rispondo io perché sia mio nonno Mario che suo figlio, padre mio, sono deceduti”

Trascorrono altri 50 anni e, ricevuto il laconico messaggio, risponde, IGO

“Sono sempre IGO ed ora abito sul pianeta RUA, sempre del sistema vegale, distante da PAO di 15000000 di Km, ed ho 270 anni”.

.....

Il racconto potrebbe ancora continuare, comunque anche sino a questo punto ci consente di fare alcune doverose considerazioni:

- Tanto per cominciare con quale lingua comunicano i due presunti esseri?
- Come mai IGO dice che abita nel sistema stellare della stella Vega, nome dato a questo corpo celeste dai terrestri?
- La vita umana dei due pianeti coinvolti nel racconto, come ben appare, devono avere durate fisiologiche molto diverse.
- Ma, soprattutto, chi può affermare che gli anni solari della Terra, gli anni vegali di POA e quelli vegali di RUA siano tutti uguali; essi, come è noto, dipendono dalle orbite dei pianeti attorno al loro asse polare ed alle loro orbite attorno alla stella del sistema stellare di appartenenza.
- E che dire del fatto che IGO si sia spostato dal pianeta POA al pianeta RUA a così tanta distanza tra loro? Ciò ci fa pensare che gli eventuali pianeti abitati nell'Universo, abbiano popolazioni con conoscenze scientifiche molto diversificate. Nel racconto risulta evidente che i *poesi* e i *ruesi* sono molto più evoluti dei *terrestri*.

Se questo racconto fosse realtà, potremmo concludere che noi non saremmo gli esseri viventi più evoluti del cosmo, e ci rimarrebbe solo la speranza di non essere il “fanalino di coda”.

OSSERVAZIONE. Se, in un lampo, tutti i movimenti nel cosmo si modificassero simultaneamente, per esempio rallentassero di 100 volte, comportando quindi un aumento di tutte le durate di 100 volte, ci renderemmo conto di questo avvenimento? Con tutta probabilità non ce ne renderemmo conto perché tutte le modificazioni che può subire l’Universo sono legate al **”fattore rapporto”** (già citato nel primo capoverso di pag.2). Pertanto, allo stesso modo come avverrebbe il rallentamento con lo stesso rapporto, del moto della Terra attorno al suo asse polare, del moto orbitale della Terra attorno al Sole, delle lancette (diciamo così) degli orologi e così di seguito. Ma, avverrebbe lo stesso rallentamento anche per i moti fisiologici, alla base dell’attività biologica animale e vegetale, e per noi umani aggiungerei anche dell’attività mentale.

► Poniamo, per esempio, la domanda: *c’è qualche terrestre che si renda conto a quale velocità è soggetto in virtù della rotazione della Terra attorno al proprio asse polare?*

La risposta è categoricamente: **NO!**

Riportiamo la seguente tabella che riporta (seconda colonna), i valori delle velocità periferiche della Terra (approssimati alla prima cifra decimale) in funzione della latitudine (prima colonna) variabile da 0° a 90° con passo di 10° (tanto per l’emisfero boreale che australe).

latitudine φ espressa in gradi	velocità periferica espressa in $\frac{Km}{h}$
0°	1674.4
10°	1648.9
20°	1573.4
30°	1450.0
40°	1282.6
50°	1076.3
60°	837.2
70°	572.7
80°	290.7
90°	0

I valori riportati nella seconda colonna sono stati calcolati con l’espressione

$$v_p = (1674.36 \cdot \cos|\varphi|) \frac{Km}{h}.$$

In modo analogo non percepiamo neppure le velocità, di seguito descritte:

- avendo come riferimento il sistema solare, nel movimento di rivoluzione, siamo soggetti ad una velocità avente modulo di circa $30 \frac{Km}{s}$; in realtà i pianeti, inclusa la Terra, non ruotano attorno al Sole; ruotano, assieme al Sole, attorno al baricentro del sistema solare, baricentro

che, per la prevalente massa del Sole rispetto a tutti i pianeti del suo sistema, viene, da Keplero, considerato coincidente col baricentro della nostra stella.

- avendo come riferimento il sistema della nostra galassia, nel movimento che ha il sistema solare attorno al centro di detta galassia, siamo soggetti ad una velocità il cui modulo è circa $400 \frac{Km}{s}$; infatti le stelle della nostra galassia ruotano attorno al nucleo centrale, in modo analogo come ruotano i pianeti attorno a Sole, mantenendo equilibrio tra la forza centripeta e quella centrifuga.

Ci fermiamo qui, ma potremmo ancora continuare col movimento della Via Lattea..... ecc.

OSSERVAZIONE 1. Il secondo principio della termodinamica (*postulato di Clausius*) può essere enunciato come segue: “è impossibile realizzare una trasformazione il cui unico risultato sia un passaggio di calore da un corpo a una data temperatura ad un altro a temperatura più bassa”, infatti l’energia termica fluisce sempre da un corpo ad una certa temperatura verso un altro a temperatura più bassa; così l’energia termica si ridistribuisce tra i due corpi e quando questi raggiungono la stessa temperatura si ottiene l’equilibrio termico ovvero non è più possibile il passaggio di calore tra i due corpi.

Ciò detto, possiamo definire l’**entropia** come il **grado di equilibrio termico** che, in un dato istante, raggiunge un sistema di due o più corpi. Ad ogni mutazione del sistema il cui effetto sia trasferimento di energia termica, il grado di equilibrio termico aumenta e quindi aumenta l’entropia del sistema; l’entropia raggiunge il suo valore massimo quando tutti i corpi del sistema avranno raggiunto la stessa temperatura.

Come avviene in ogni sistema, così avverrà pure per l’Universo, considerato pure esso un sistema; nell’Universo l’entropia aumenterà sino a raggiungendo il massimo quando tutti i corpi che lo costituiscono avranno raggiunto la stessa temperatura. In questa situazione non potrà più avvenire nessuna trasformazione e quindi avverrà la “*morte termica*” dell’Universo.

La motivazione del perché ho citato l’entropia, nel contesto del tempo, è giustificata dal seguente passo preso dall’Enciclopedia Treccani: “*Nelle trasformazioni reali, irreversibili, di un sistema isolato, in base al secondo principio della termodinamica, la variazione dell’entropia è sempre positiva, e l’entropia tende quindi a un massimo, al quale corrisponde la cessazione di ogni ulteriore evoluzione spontanea del sistema (principio che, applicato all’intero universo, ha dato luogo all’ipotesi di una sua morte termica): l’entropia può considerarsi come un indicatore temporale (freccia del tempo) poiché assegna un verso alla successione degli stati del sistema.*”

La domanda che viene da porsi è: *in questa circostanza termina il tempo?*

OSSERVAZIONE 2. In fisica il termine “quanto” ha il significato di “quantità indivisibile”; così esiste anche il “quanto di tempo” detto “tempo di Planck”(*) che è quindi il minimo intervallo di tempo indivisibile, pari a $5 \cdot 10^{-44}$ s. Ricordando che una variabile continua si riferisce ad una quantità che assume qualunque valore in un dato intervallo, possiamo dire che, secondo Planck, il tempo è una variabile densa (granulare come si dice in fisica) ma non continua. Secondo questa teoria il tempo procede a scatti.

(*) Il tempo di Planck è il tempo che impiega un fotone che viaggia alla velocità della luce per percorrere la distanza l_p detta lunghezza di Planck;

essa è $l_p = \sqrt{\frac{h \cdot G}{c^3}}$ nella quale: $h = \frac{h}{2 \cdot \pi}$ è la costante di Planck ridotta detta anche “*h tagliata*”; G è la costante di gravitazione universale; c è la

velocità della luce nel vuoto. L’equazione dimensionale della lunghezza di Planck è: $\left[h^{\frac{1}{2}} G^{\frac{1}{2}} c^{-\frac{3}{2}} \right] = [m]$

OSSERVAZIONE 3. Nel corso di idrografia all'Istituto Superiore Navale di Napoli (1962-1965) studiai la teoria del funzionamento dell'orologio atomico di Neuchâtel; in quel periodo il segnale orario aveva una precisione di 10^{-6} s, oggi la precisione è 10^{-15} s, comunque ancora piuttosto distante dal tempo di Planck.

OSSERVAZIONE 4. La comunità scientifica, ad oggi, non ritiene provata l'esistenza della telepatia, ma ammettendo che si possa comunicare col pensiero verrebbero ad eliminarsi le barriere delle distanze: si potrebbero raggiungere istantaneamente distanze, per così dire, infinite. Il pensiero è una entità invisibile, intangibile e personale che regola l'attività della mente, e se due o più menti avessero la capacità di comunicare telepaticamente, la corrispondenza tra questi soggetti sarebbe istantanea e quindi la velocità di trasmissione del pensiero sarebbe infinita: il tempo sarebbe solo "presente"?

NOTA. Determino la dimensione della costante ridotta di Planck.

Ovviamente nelle scienze applicate è indispensabile rispettare le dimensioni delle varie entità in gioco; nel caso del moto abbiamo:

- uno spostamento s che è una grandezza che rappresenta una lunghezza ovvero si dice che ha dimensione di una lunghezza e ciò si esprime simbolicamente:

$$[s] = [L];$$

- in modo analogo un intervallo di tempo t ha la dimensione di tempo e simbolicamente si scrive:

$$[t] = [T].$$

Allora l'espressione $l_p = \sqrt{\frac{h \cdot G}{c^3}}$ è una lunghezza e quindi ha dimensione $[L]$, consegue che il radicando avrà dimensione $[L^2]$; determino la dimensione del rapporto $\frac{G}{c^3} \Rightarrow [Gc^{-3}] = [LT^{-2}L^{-3}T^3] = [L^{-2}T]$; affinché il radicando abbia dimensione $[L^2]$ è necessario che sia $[h] = [L^4T^{-1}]$.