



Anno di fondazione 1824

La misura del Tempo[†]

Carlo Blanco [1]*

[1] Socio emerito dell'Accademia Gioenia di Catania

Summary

To measure correlations between events, whose unstoppable scroll is defined Time, it is necessary to use events that recur regularly and adopt them as units of measure that are homogeneous and congruent. The periodic natural event that has always been used as main unit of measure is the day, the succession of two consecutive periods of light and dark, which has harmonized life. The ratio between the duration of light and dark varies continuously, but with a periodicity called year, unfortunately not an integral multiple of the day, about 365,25 days. Other temporal units, commonly used, but not dependent on Earth's rotation (the day) and revolution (the year) periods, are the week and the month: the first related to the particular movements on the celestial sphere of the seven Solar system bodies visible to the naked eye from Earth, the second to the appearance of the twelve constellations of the Zodiac. These temporal units of measurement form the Calendar: the one adopted in most of our Planet derives from the Julian calendar established by Julius Caesar in 46 BC and modified with a papal bull by Pope Gregorio XIII in the Council of Trent in 1582. Until Galileo Galilei, observing the isochronicity of the oscillations of a lamp in the Cathedral of Pisa, developed the pendulum harmonic motion giving rise to the construction of the pendulum clocks, the timing measurements exploited the different height of the Sun above the horizon resulting in the direction and length of the shadows in sundials and elongation of the light bezel at noon along the meridian line. The electricity and atomic theory advent have allowed the construction of clocks which can measure time intervals up to a billionth of the day, in contrast, translating analitically the principle of conservation of mass and energy and applying it to the expansion process of the our Universe, in the case of elliptical solution, it would have a periodic phenomenon that would allow very large measurements of Time.

Key words: *Time, Time measurement units, Calendar, Cloocks*

Riassunto

Per misurare correlazioni esistenti fra gli eventi, il cui inarrestabile scorrere si definisce Tempo, è necessario utilizzare eventi che si ripetano periodicamente ed adottarli come unità di misura che siano omogenee e congruenti. L'evento naturale periodico da sempre utilizzato come unità di misura principale è il giorno, il susseguirsi di due periodi consecutivi di luce e buio, su cui si è armonizzata la vita. Il rapporto fra le durate di luce e buio varia continuamente ma con una periodicità chiamata anno, purtroppo non multiplo intero del giorno, circa 365,25 giorni. Altre unità di misura temporali, comunemente usate, ma non dipendenti dai periodi di rotazione (il giorno) e di rivoluzione (l'anno) della Terra, sono la settimana ed il

[†] Conferenza tenuta il 20 gennaio 2017 nell'Aula Magna del Palazzo centrale dell'Università di Catania, in occasione dell'Inaugurazione del CXCIV anno accademico dell'Accademia Gioenia di Catania.

*e-mail: carloblanco@alice.it

me: la prima collegata ai particolari spostamenti sulla Sfera Celeste dei sette corpi del Sistema Solare visibili ad occhio nudo dalla Terra, il secondo all'apparire delle dodici costellazioni dello Zodiaco. Queste unità di misura temporali formano il Calendario: quello adottato nella gran parte del nostro Pianeta trae origine dal Calendario Giuliano stabilito da Giulio Cesare nel 46 a.C. e modificato con una bolla pontificia da Gregorio XIII nel Concilio di Trento del 1582. Fino a quando Galileo Galilei, osservando l'isocronicità delle oscillazioni di una lampada nel Duomo di Pisa, sviluppò il moto armonico pendolare dando vita alla costruzione degli orologi a pendolo, le misurazioni temporali sfruttavano la diversa altezza del Sole sopra l'orizzonte con conseguente variazione della direzione e lunghezza delle ombre negli orologi solari ed elongazione della lunetta luminosa a mezzogiorno lungo la linea oraria nelle meridiane. L'avvento dell'elettricità e dell'atomistica hanno permesso la costruzione di orologi in grado di misurare intervalli di tempo fino ad un miliardesimo del giorno, di contro, traducendo analiticamente il principio di conservazione di massa ed energia ed applicandolo al processo espansivo del nostro Universo, nel caso di soluzione ellittica, si disporrebbe di un fenomeno periodico che consentirebbe grandissime misurazioni del Tempo.

Parole chiave: *Tempo, Unità di misura temporali, Calendario, Orologi*

Nella comune accezione si definisce Tempo lo scorrere inarrestabile degli eventi, sia sporadici o che si ripetano saltuariamente o periodicamente. Se si vogliono determinare correlazioni esistenti fra o due più eventi, più o meno consequenziali (bagliore e tuono, semina, germoglio, crescita e fruttificazione di una pianta, nascita e morte cioè l'età o durata della vita) è necessario considerare il Tempo come una grandezza fisica ed inquadralo in un Sistema di misura, fissandone l'unità di misura, omogenea e congruente. In effetti in tutti i Sistemi più usati (MKS, cgs, tecnico, britannico) l'unità di misura temporale è il secondo, una frazione ($\frac{1}{86400}$) del giorno, cioè del susseguirsi della luce e del buio, l'evento naturale periodico più importante, su cui si è armonizzata la vita e da sempre utilizzato come unità di misura temporale. Tutte le frazioni del giorno seguono un sistema di misurazione basato sul numero 60, usato nelle antiche Mesopotamia e Babilonia dove cominciarono i primi studi documentati di matematica e astronomia. Il giorno è diviso in 24 ore, un'ora in 60 minuti, un minuto in 60 secondi. Per le frazioni inferiori, introdotte in tempi molto più recenti, è stato utilizzato il sistema metrico decimale: decimo, centesimo, ..., di secondo. Per la misura degli intervalli del Tempo maggiori del giorno si è ricorso a grandezze non legate fra loro da alcuna ragione matematica.

Analizzando bene l'alternarsi della luce e del buio ci accorgiamo che il rapporto delle loro durate varia continuamente, ma con una periodicità di poco superiore a 365 giorni, a cui è stato dato il nome di anno, intervallo di tempo sfortunatamente non multiplo intero del giorno.

Altri fenomeni naturali facilmente osservabili ed utilizzati come unità di misura temporali sono il periodo orbitale e le fasi lunari e l'apparire delle costellazioni dello zodiaco. Ai primi si ricorre in numerose attività agricole (innesti, semine, raccolti), marinare (pesca di determinate specie ittiche o di molluschi) o nei cicli femminili, tutti probabilmente legati ai fenomeni mareali. Non si giustificano fisicamente i riferimenti ai segni zodiacali a cui forse si dà eccessiva importanza.

Ma poniamo la nostra attenzione sull'unità di misura giorno, l'intervallo di tempo che intercorre fra due periodi consecutivi di luce o di buio, causati da una rotazione della Terra attorno al proprio asse. La sua orientazione non è perpendicolare al piano dell'eclittica e quindi alla direzione di provenienza dei fotoni dei raggi solari che, per la grande distanza Sole-Terra arrivano con moti rettilinei paralleli fra loro, per cui dalla superficie della Terra vediamo il Sole percorrere in cielo archi quotidiani inclinati sopra l'orizzonte e non paralleli come sarebbero stati con la perpendicolarità dell'asse, senza però causare le stagioni. Il giorno è l'intervallo di tempo trascorso fra due culminazioni successive del Sole, cioè la maggior altezza sull'orizzonte e conseguente minor lunghezza delle ombre. Questo fenomeno è stato utilizzato, oltre che per l'orientamento, per la "lettura" dell'orario negli orologi solari, basati sulla lunghezza e direzione dell'ombra prodotta da uno "gnomone" perpendicolare al piano orizzontale, cioè al piano tangente al globo terrestre e

quindi disposto lungo la direzione del raggio della Terra passante per quel punto. Nelle versioni murali lo gnomone è posto perpendicolarmente alle pareti degli edifici cioè è perpendicolare al raggio terrestre.

Gli gnomonisti si sono sbizzarriti a costruire orologi solari che a volte sono delle opere d'arte, spesso dedicati a peculiari ricorrenze (compleanni, festività religiose, particolari anniversari) evidenziate sul piano orario da appositi punti o linee o a versioni multifunzionali incise sulle facce di poliedri.

Nelle meridiane, costruite per ottenere la misura esatta del mezzogiorno, lo gnomone è sostituito da un foro stenopeico praticato nel tetto di edifici ampi ed alti, per lo più chiese, per cui la lunghezza dell'ombra degli orologi solari è sostituita, nei vari giorni dell'anno, dallo spostamento sulla linea meridiana della lunetta luminosa provocata dai raggi solari che passano attraverso il foro che si comporta come una lente.

Osservando giornalmente la posizione del Sole a mezzogiorno si può facilmente notare come nel corso dell'anno maggiormente varii l'altezza del Sole e conseguentemente la direzione di provenienza dei raggi solari. D'inverno alle nostre latitudini entrano nelle case attraverso porte e finestre a vetri mentre d'estate ci permettono di stare seduti all'ombra sotto un ombrellone.

Sia negli orologi solari che nelle meridiane l'elongazione della lunghezza dell'ombra o della lunetta luminosa alla culminazione del Sole, non avviene lungo la retta meridiana ma oscilla attorno ad essa dando vita ad una lemniscata chiamata analemma, una sorta di otto con solamente sulla retta gli estremi ai solstizi e l'incrocio agli equinozi. L'analemma corrisponde alla, già vista, posizione in cielo del Sole a mezzogiorno nel corso di una rivoluzione completa della Terra attorno al Sole. Due effetti contribuiscono a dare vita alle oscillazioni dell'analemma. Il primo è conseguenza dell'ellitticità dell'orbita con conseguente non costante velocità orbitale della Terra, più veloce intorno al perielio e più lenta al passaggio all'afelio, facilmente riscontrabile dal periodo di minor illuminazione giornaliera al solstizio d'inverno più corto rispetto al numero di giorni di maggior illuminazione all'afelio. Il secondo contributo discende dall'inclinazione dell'asse di rotazione terrestre che forma con i raggi solari un angolo che varia da acuto ad ottuso lungo il suo moto orbitale ellittico mentre la rotazione di un qualsiasi punto della Terra è circolare.

Il particolare sistema di riferimento Sole-Terra dà vita ad un'altra anomalia: un ragazzino su una giostra che ruota con velocità costante attorno ad un asse fisso e perpendicolare al piano orizzontale vede i propri genitori seduti su una panca ad aspettarlo ad intervalli di tempo costanti che sono il periodo di rotazione della giostra. Non è il caso della Terra che rivolge attorno al Sole nello stesso senso del moto di rotazione per cui un osservatore fisso su di essa rivede il Sole prima di compiere una rotazione completa, circa quattro minuti prima.

Per ovviare a tutte queste variazioni è stato introdotto il Sole medio, un corpo fittizio dotato di moto uniforme e velocità angolare costante uguale alla velocità angolare media del Sole vero, cioè un Sole apparente ruotante attorno alla Terra su un'orbita circolare. Ne consegue il giorno solare medio di 24 ore con l'equazione del Tempo che permette ad ogni istante di calcolare la differenza fra tempo medio e tempo reale.

In tutte queste misurazioni ci siamo sempre riferiti ad evidenze osservative da un determinato punto della Terra, diverse da quelle osservate allo stesso istante da un altro punto del globo terrestre, tranne tutti quelli posti sullo stesso meridiano poichè per essi il passaggio ad un determinato orario di un certo punto della sfera celeste avviene simultaneamente per cui avranno lo stesso angolo orario. Per avere un orario confrontabile in tutti i punti della Terra questa è stata divisa in 24 fusi orari di 15 gradi equatoriali ciascuno, dove l'orario è quello osservato al meridiano al centro del fuso orario. Come meridiano fondamentale è stato assunto quello passante per Greenwich, il secondo quello passante per la cima dell'Etna.

In astronomia come unità di misura del Tempo si utilizza il giorno siderale, ottenuto riferendo il moto di rotazione della Terra a determinate stelle "fisse", prive di moto proprio dovuto alla rotazione differenziale della Via Lattea, la galassia a cui appartengono tutte le stelle di riferimento. Nella pratica ci si riferisce ad un punto fisso della sfera celeste, il cosiddetto punto d'Ariete, il punto d'incontro, il 21 marzo, fra l'equatore celeste, l'intersezione del piano equatoriale terrestre con la

sfera celeste e l'eclittica, l'intersezione con la sfera celeste del piano perpendicolare all'asse di rotazione del Sole sul quale orbitano tutti i pianeti. Il giorno siderale è circa quattro minuti più lungo del giorno solare, annullando l'intervallo di tempo guadagnato dalla Terra nel rivedere il Sole per il verso concorde dei moti di rotazione e rivoluzione.

Un'altra unità di misura temporale comunemente usata è l'anno, già definito come l'intervallo di tempo necessario per completare una periodicità completa della diversa durata della luce e del buio durante il giorno, cioè il periodo di rivoluzione della Terra intorno al Sole. Anche in questo caso siamo nell'impossibilità di trovare un sistema di riferimento univoco. Si definisce anno tropico l'intervallo di tempo fra due passaggi consecutivi della Terra per il punto d'Ariete: 365,2422 giorni solari medi. Si definisce anno siderale l'intervallo di tempo che intercorre fra due passaggi consecutivi della Terra rispetto ad una direzione fissa nello spazio, determinata scegliendo una stella priva di moto proprio: 365,256974 giorni solari medi. Altra misura dell'anno è l'anno anomalistico, definito come l'intervallo di tempo intercorso fra due passaggi consecutivi della Terra al perielio: 365,259544 giorni solari medi.

L'anno tropico va corretto per i cosiddetti moti precessionali dovuti alla forma non sferica della Terra che fa insorgere i moti giroscopici per cui l'asse di rotazione della Terra compie una rotazione completa in 26000 anni di periodo con conseguente avanzamento del punto d'Ariete e slittamento di tutti i segni zodiacali. L'effetto apparente è il cambiamento della stella polare cioè la stella che attualmente si trova nella direzione nord dell'asse terrestre. In questo periodo è l'ultima stella del timone del Carro minore, fra 15.000 anni in quella posizione si troverà la stella Vega, fra 26.000 anni riavremo come stella polare la α UMi.

Altri multipli del giorno utilizzati per misurare il Tempo, ma che non dipendono da periodicità legate ai moti terrestri, sono la settimana ed il mese, che potrebbero essere rispettivamente collegati alle fasi ed al periodo di rivoluzione lunare. Verosimilmente la settimana dovrebbe anche avere collegamenti religiosi derivati dai moti apparenti dei sette corpi del Sistema Solare osservabili dalla Terra ad occhio nudo: Luna, Marte, Mercurio, Giove, Venere, Saturno ed il Sole. Per effetti prospettici, avendo periodi orbitali diversi fra loro e da quello della Terra, si spostano sulla sfera celeste, uno sfondo in cui tutte le stelle ruotano solidalmente fra loro, percorrendo traiettorie non sempre curvilinee. Questa peculiarità avrebbe fatto attribuire loro una natura superiore da rispettare ed adorare come divinità assegnando loro un giorno ciascuno: lunedì per la Luna, martedì per Marte, mercoledì per Mercurio, giovedì per Giove, venerdì per Venere e sabato per Saturno. Il giorno conclusivo della settimana dedicato al Sole, *sunday* in inglese, *sonntag* in tedesco, *sondag* in svedese, nella religione Cristiana assume la denominazione di domenica, o "Dies Domini", dedicato a Dio. Quando il Cristianesimo fu rivelato erano in uso sia il giorno sia la settimana, quindi per dare una tempistica comprensibile e verosimile della durata della sovrannaturale Creazione e della potenza Divina furono utilizzate le unità di misura temporali più corte: il giorno e la settimana. L'ultimo giorno della settimana creativa fu dedicato al riposo per onorare Dio.

Il mese oltre a poter essere, come detto, collegato al periodo orbitale della Luna, potrebbe essere riferito alle dodici costellazioni dello zodiaco o derivato dalla cronologia babilonese-mesopotamica essendo il 12 ed in media il 30 frazioni del "numero magico" 60. Scorrendo la bibliografia temporale ci si imbatte in numerosi tentativi di uniformare la durata di questo multiplo del giorno, ultimo e più noto quello operato durante la Rivoluzione francese.

Tutte queste grandezze di misura temporale costituiscono il Calendario: quello adottato nella gran parte del nostro Pianeta trae origine dal Calendario Giuliano, stabilito nel 46 a.C. da Giulio Cesare. Solamente per tradizioni religiose asiatici, islamici ed ebrei adottano calendari propri ma in tutti l'unità di misura è il giorno. Nel Calendario Giuliano l'unità di misura era il giorno solare medio di 24 ore che si contava dalla culminazione del Sole, il mezzogiorno, misurabile con gli orologi solari. L'anno era di 365 giorni con ogni 4 anni intercalato un anno bisestile di 366 giorni. L'anno 1 partiva dalla fondazione di Roma, "ab urbe condita" il 21 aprile del 753 a.C. e l'inizio di un nuovo anno ricorreva all'equinozio di primavera, più o meno, per quanto vedremo appresso alle Idi di marzo.

I multipli dell'anno seguono il sistema metrico decimale con una nomenclatura a volte particolare:

decennio, secolo, millennio. Accanto a questo modo discontinuo di misurare i multipli del giorno, specialmente in astronomia per la fenomenologia di lunga durata, è in uso la Data Giuliana, un'enumerazione progressiva di soli giorni che partono dal 1 gennaio dell'anno 4713 a.C. e si contano dal mezzogiorno: oggi siamo al giorno Giuliano 2457774,0.

L'affermazione e l'espansione della Civiltà Cristiana che si sovrappone a quella romana modificandone l'assetto sociale e la struttura normativa, cambiano la logica da cui era derivata la misura del Tempo, basandola su eventi legati alla vita di Gesù Cristo e che porteranno al Calendario Gregoriano adottato ai giorni nostri. L'inizio della nuova enumerazione dovrebbe coincidere con la nascita di Gesù, ma un'attenta analisi dei Vangeli e di documentazione storica suscita qualche incertezza sia sulla stagione che sull'anno della nascita. Il Vangelo di Luca narra di "pastori che pernottavano in mezzo ai campi per fare la guardia al proprio gregge" ed alla fine del II secolo d.C. Clemente di Alessandria riporta la nascita in primavera, altri in autunno. Fin dall'antichità, per salutare il ritorno alla crescita della durata della luce giornaliera, al solstizio d'inverno si celebrava il "Dies Natalis Solis Invicti". Un'altra ricorrenza legata alla luce è il culto per Lucia in tutti i popoli europei: dalla Lucia svedese a quella siracusana. Se al 13 dicembre aggiungiamo i giorni del salto del Calendario, attuato, come vedremo, dopo il Concilio di Trento, si arriva al solstizio, giustificando il detto "S. Lucia il giorno più corto che ci sia". Ci si può facilmente spiegare come la nascita di Gesù, la "nuova luce", abbia trovato collocazione in quel periodo dell'anno.

Analoghe difficoltà riscontriamo nel datare la nascita di Gesù nell'anno 1 dell'attuale Calendario. Secondo il Vangelo di Matteo Gesù nacque a Betlemme di Giudea al tempo del Re Erode, come avevano scritto i Profeti. Da notare che il Vangelo di Matteo, il primo Vangelo, era stato scritto in aramaico intorno al 50 d.C., l'originale venne perso durante una guerra nel 70 d.C. e la redazione in greco è di poco posteriore. Flavio Giuseppe ricorda che Erode morì dopo un'eclisse di Luna, visibile da Gerico e fu cremato prima della Pasqua ebraica. L'eclisse avvenne il 13 marzo e la Pasqua il 10 aprile del 4 a.C.. Nel Vangelo di Luca si cita il Censimento di Cesare Augusto che come si evince da una copia ritrovata del decreto originale fu ordinato l'8 a.C. e che potrebbe essersi svolto il 7 o il 6 a.C.. La data della nascita di Gesù resta dunque confinata tra il 7 ed il 4 a.C.. Le prime datazioni della nascita a dicembre risalgono al 335-36 d.C. ad opera di Papa Liberio. Nel 525 Dionigi il Piccolo propose che il computo degli anni si basasse sulla nascita di Gesù Cristo il 25 dicembre del 753 "ab urbe condita" e l'anno successivo fu fissato essere l'anno 1 del nuovo Calendario, con la computazione dei giorni dalla mezzanotte, la luce che arriva e non che incomincia a diminuire come a mezzogiorno.

Accanto al Calendario civile la Chiesa Cristiana segue un Calendario liturgico nel quale tutte le Festività maggiori, tranne il Natale e l'Epifania, sono mobili e si dipartono dal Giovedì Santo, fissato al primo plenilunio di primavera perchè, secondo quanto riportato nei Vangeli, durante l'Ultima Cena splendeva la luna piena: la domenica successiva ricorre la Pasqua, 40 giorni prima le Ceneri iniziano la quaresima, quaranta giorni dopo l'Ascensione, poi la Pentecoste e così via fino alla prima domenica d'Avvento. L'annuncio dell'inizio del nuovo anno liturgico viene fatto il giorno dell'Epifania. Intorno al 1570 ci si accorse che la Pasqua non capitava al primo plenilunio di primavera, perchè con il giorno di 24 ore la durata dell'anno di 365 giorni solari medi e 6 ore era troppo lunga. Papa Gregorio XIII, dopo aver consultato una commissione appositamente costituita, durante il Concilio di Trento del 1582 emise la bolla pontificia "Inter gravissimas" nella quale si fissava la durata dell'anno in 365 giorni, con ogni quattro anni un anno di 366 giorni, tranne gli anni secolari le cui prime due cifre non sono divisibili per quattro: 1700, 1800, 1900, 2100 e così via, restando bisestili il 2000, il 2400, etc.. La durata esatta dell'anno è 365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 46 secondi. Conseguentemente nel Calendario di quell'anno si operò un salto dal 4 al 15 ottobre, codificando il computo dalla mezzanotte. I Cristiani Ortodossi non accettarono la modifica del Calendario e, separatisi dalla Chiesa Cattolica con il famoso Scisma d'Oriente, continuano a seguire il Calendario Giuliano celebrando il Natale per l'Epifania. Papa Francesco ha manifestato l'intenzione di porre fine a questo duplice Calendario Cristiano, senza ancora chiarire la soluzione.

Occupiamoci adesso della strumentazione adoperata per la misura delle ore del giorno la cui pre-

cisione negli orologi solari si limitava a qualche minuto. Dopo le clessidre e gli orologi ad acqua, poco dopo la fine del primo millennio furono costruiti, con contrappesi e macchinosi ingranaggi spesso molto ingombranti, i primi orologi meccanici. Le cose cambiarono con Galileo che nel Duomo di Pisa, osservando le oscillazioni di una lampada dopo che il sacrista l'aveva accesa, ne cronometrò la loro isocronicità adoperando le pulsazioni del proprio polso. Mise quindi a punto la teoria del moto armonico del pendolo, facendo notare che il moto pendolare è la proiezione sul piano verticale di un corpo che si muove con moto circolare uniforme, indipendentemente dall'ampiezza delle oscillazioni e quindi dal diametro della circonferenza. Diede così il via alla costruzione degli orologi a pendolo e di quelli meccanici funzionanti con ingranaggi circolari. Agendo su lunghezza e massa del pendolo e sul diametro delle rotelle si potevano misurare con apprezzabile precisione le frazioni del minuto.

Con l'avvento della corrente elettrica e la costruzione degli orologi elettrici la precisione delle misurazioni scese alle frazioni del secondo, non sufficiente però a misurare i fenomeni rapidi che la fisica nucleare e l'astrofisica incominciavano a scoprire, determinando le misure temporali atomiche. Quando un atomo viene sottoposto a processi energetici vi si innescano i salti quantici elettronici, dipendenti dalla massa nucleare e dalla quantità energetica somministrata, con conseguenti definiti tempi di permanenza nelle orbite superiori. È stato scelto il processo atomico di un elemento con durata del salto quantico frazione del secondo, con un secondo uguale a 9.192.631.770 oscillazioni della radiazione, corrispondente alla transizione tra due livelli iperfini dello stato fondamentale del Cesio-133. Gli orologi atomici raggiungono precisioni di $\frac{1\text{secondo}}{1000\text{anni}}$ e quindi capaci di misurare intervalli di tempo di un milionesimo di secondo.

Accanto alle piccole misurazioni analizziamo la possibilità di misurare grandi intervalli di Tempo. Nella geometria piana si definiscono coniche le curve risultanti dall'intersezione di un piano con un cono e secondo l'inclinazione del piano rispetto all'asse del cono si ottengono cerchi, ellissi, parabole o iperboli. Le equazioni che analiticamente definiscono queste curve sono equazioni di secondo grado come l'equazione che esplicita la legge di gravitazione universale o di Newton che, in un contesto molto approssimato, può essere utilizzata per studiare l'attuale espansione del nostro Universo a seguito del Big-bang. Il processo espansivo, messo in evidenza da Hubble osservando lo spostamento verso il rosso delle righe spettrali della luce emessa dalle galassie, è stato affrontato basandosi sulle leggi fisiche conosciute e sperimentate in laboratorio rovesciando le teorie cosmologiche che tenevano conto dell'influenza della distribuzione della materia nell'Universo in larga scala. Traducendo analiticamente il principio di conservazione di massa ed energia si arriva alla celebre equazione di Friedmann che, come nella meccanica newtoniana, dà tre tipi di soluzioni identificate con un Universo chiuso-ellittico, critico-parabolico o aperto-iperbolico. Se le ricerche cosmologiche porteranno alla soluzione ellittica si disporrà di un fenomeno periodico che consentirà una grandissima misura del Tempo.