

RIFLESSIONI SUL TEMPO

► Non ho mai navigato. Confesso di essere un "teorico puro", tanto è vero che le ore di lezione che mi rattristavano erano quelle di officina. Per quanto riguarda le materie specifiche dell'indirizzo (macchinista navale) ero attirato tanto dalle macchine marine quanto dalla meccanica applicata. In quegli anni, a fronte della situazione attuale, i programmi erano molto nutriti e già nel terzo anno si studiavano le caldaie e tutti gli accessori dell'apparato motore a vapore; per prepararci al disegno tecnico ci facevano studiare la Geometria Descrittiva, materia di non facile apprendimento per ragazzi di 17 anni.

Nel quarto anno studiavamo la termodinamica e la macchina alternativa sui libri di testo del Caocci. Per essere più preparato comprai anche i testi del Baulino e del Wembaker; in quello stesso anno studiavamo la meccanica applicata sui tre volumi del Punzi. Nel quinto anno erano le turbine ed i grandi motori il nocciolo del programma; questi ultimi erano magistralmente spiegati sul testo di Ruggero. I libri che ho citato sono tutti nella mia libreria, assieme al DiNegro di esercizi.

Proprio perché sono un teorico, non essendo, in quel tempo, consentito ai diplomati degli istituti tecnici l'iscrizione ad ingegneria, ma solo ad economia e commercio o a Scienze Nautiche, fra le due, scelsi la seconda facoltà.

E così a Napoli scoprii le materie che deve conoscere l'ufficiale di coperta.

Tra le discipline facoltative scelsi, soprattutto per curiosità, Navigazione Aerea: era l'anno 1962.

► A bordo di navi, per determinare il punto nave astronomico in navigazione (il così detto "problema di rette d'altezza"), con 4 rette, l'ufficiale di coperta doveva calcolare 20 logaritmi e 8 antilogaritmi (su equazioni semilogaritmiche perché somme di prodotti). Oltre a questi calcoli puramente matematici, si dovevano fare osservazioni astronomiche di astri, calcoli con le *effemeridi nautiche* ed altro, nonché un grafico, il tutto in circa 15-20 minuti. Da ciò emergeva la necessità di saper usare le tavole logaritmiche con grande velocità.

Ricordiamo che la forma più semplice di navigazione è la **navigazione stimata**, basata su alcuni strumenti fondamentali (bussola, cronometro, anemometro, solcometro, giri dell'elica). Conoscendo rotta, velocità e tempo trascorso si può in ogni momento, con semplici calcoli, riportare sulla carta la propria posizione (Punto Stimato P.S.) rispetto al un punto di partenza o ad un punto precedentemente noto.

Perché questo punto si dice stimato? Perché nel calcolarlo non si possono debitamente valutare venti, correnti ed altri fattori che modificano la rotta (ricordo di un comandante che diceva : *la rotta è quel luogo di posizione della nave dove la nave non c'è mai*).

Allora, in navigazione, necessita determinare il punto nave vero, [P.N.]

Il metodo astronomico è quello delle rette d'altezza di astri visibili.

La scoperta della retta d'altezza si deve al capitano Thomas Summer che, con la sua nave proveniente da Charleston (Sud Carolina) e diretta a Greenock (Scozia), dopo che per 700 miglia non aveva potuto determinare la sua posizione a causa del maltempo, verso le ore 10 antimeridiane

del 17 dicembre 1837, grazie ad una improvvisa apertura della nebbia, riuscì a rilevare l'altezza del Sole.

Con quella unica altezza di Sole, Sumner calcolò la longitudine, però, non fidandosi della latitudine stimata, rifece il calcolo aumentandola prima di 10' poi di 20'. Ottenne così tre punti che riportati sulla carta nautica formavano una linea retta e che erano equidistanti tra loro.

Questa retta puntava al fanale galleggiante di Small.

Sumner intuì che questa retta era un luogo di posizione della nave, cambiò rotta e seguì questa linea e dopo un'ora avvistò, di prora, il fanale galleggiante di Small.

Dopo sei anni, Sumner descrisse la sua scoperta in un opuscolo intitolato "*A New and Accurate Method of Finding a Ship's Position at Sea, by Projection on Mercator's Chart*" pubblicato a Boston.

Questo metodo ebbe una grande divulgazione, tanto che dal 1844 fu adottato da tutte le navi USA.

Si tratta quindi della *navigazione astronomica*, che richiede:

- cielo visibile (o comunque non completamente coperto dalle nubi)
- la visibilità dell'orizzonte

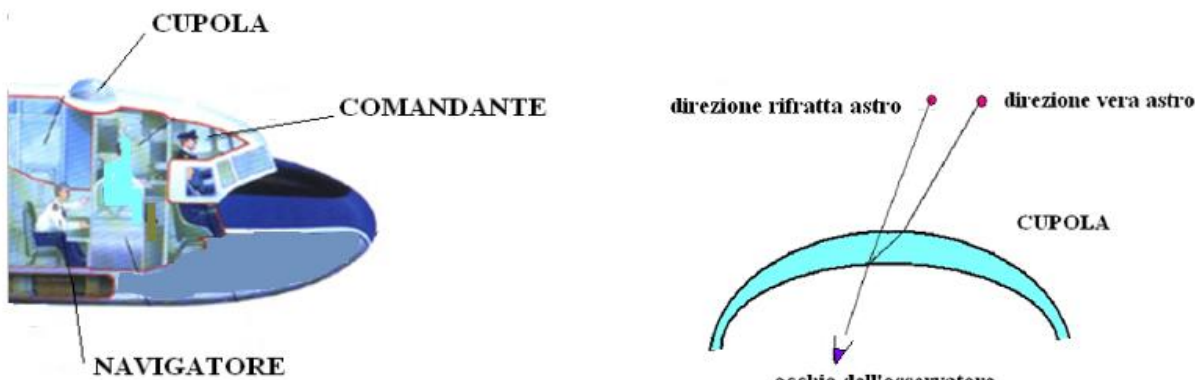
- la conoscenza degli astri (così detti navigabili).

La posizione dei corpi celesti rispetto allo spazio ed alla Terra è riportata nelle "Effemeridi Nautiche", pubblicate da enti responsabili (Istituto Idrografico della Marina Militare, ad esempio, in Italia). Rilevando col sestante le altezze e col cerchio azimutale della bussola gli azimut di almeno due astri, tramite opportuni calcoli, si può ricavare la distanza del punto nave (reale) *PN* da quello stimato *PS* precedentemente calcolato. Questo procedimento presuppone quindi la conoscenza delle *coordinate stimate*; pertanto la conoscenza del punto stimato diviene assolutamente necessaria.

Uno degli elementi fondamentali per la determinazione del punto nave astronomico è la misura dell'**altezza vera** di un astro, cioè riferita all'orizzonte vero; essa si ottiene dall'altezza letta (**altezza strumentale**) al sestante alla quale, dopo aver apportato le correzioni strumentali (**altezza osservata**), se ne apportano ulteriori (correzione d'indice; di rifrazione astronomica; per i pianeti di parallasse in altezza; semidiametro per il Sole e la Luna) per trasformarla in altezza vera.

► La stessa procedura può essere adottata anche su un aereo; però, mentre a bordo delle navi l'operatore va fuori dal ponte di comando, sull'aletta, e da qui osserva gli astri senza nessun

ostacolo tra il suo occhio e l'astro stesso, a bordo di un aereo deve rimanere dentro alla carlinga e misurare le altezze delle stelle osservandole attraverso una cupola trasparente; nasce pertanto una ulteriore correzione chiamata *correzione rifrazione cupola*



Vi è da considerare un altro fatto importante: occorre, per la misura dell'altezza, vedere l'astro e contemporaneamente l'orizzonte; a bordo di un aereo l'orizzonte non è visibile e quindi è necessario creare un espediente per ovviare a questo inconveniente: basta dotare il sestante di una bolla d'aria come hanno le livelle ed il gioco è fatto; questi sestanti si chiamano *sestanti con orizzonte artificiale*.

► Ricordo che, nel 1962, durante una esercitazione di Navigazione aerea, nelle trasvolate tra l'aeroporto di Capodichino e quello di Ciampino, su un aereo di nome Argo 24 (pare che fosse l'aereo dove aveva viaggiato il Papa Buono Giovanni XXIII), dove noi studenti avemmo l'occasione di usare il sestante Plath, con orizzonte artificiale, che aveva portato con se il docente Prof. Esposito. Nella prima foto appare il secondo aereo da me fotografato, infatti il triangolino bianco in fondo a sinistra è l'ala destra dell'aereo dove viaggiavo; nella seconda si vedono gli allievi del corso ed i quattro piloti (gli aerei erano due); io sono il quinto, in seconda fila, da sinistra e alla mia sinistra il professore di navigazione aerea; dietro si vede la sagoma di uno dei due aerei.



Le seguenti foto sono due vedute aeree di Formia e Gaeta; nella prima delle due si intravede l'ala dell'aereo nell'angolo destro in alto.



Il docente ci parlò anche dell'esistenza di opportune tavole che consentivano di sveltire il procedimento della determinazione del punto nave in pochi minuti.

Questo procedimento veniva usato dagli aerei durante la seconda guerra mondiale in alternativa all'uso dell'assistenza di radio-navigazione (navigazione moderna che nacque proprio durante la guerra con l'istituzione di sistemi di navigazione iperbolici come il *LORAN* e il *DECCA*) per non essere intercettati dal nemico, quindi con possibilità di essere abbattuti.

Era un procedimento che portava risultati accettabili per le modeste velocità degli aerei di quel tempo.

Facciamo alcuni calcoli.

Supponiamo che l'aereo abbia una velocità di 200 nodi e che il calcolo della determinazione del punto nave sia di

- a. 15 minuti con le usuali tavole logaritmiche
- b. 4 minuti con le speciali tavole aeree

Nel caso a. bisognerà tener conto delle 50 miglia percorse durante i 15 minuti utilizzati per il calcolo e quindi bisognerà apportare un trasporto di ben 50mg

Nel caso b. il trasporto sarà di sole 13 mg circa.

SINGOLARITA'. Durante la fase di relax, all'aeroporto di Roma, mentre facevamo le foto di ricordo, vedemmo un aereo di colore molto scuro, forse nero, che aveva i motori accesi; ad un certo punto, attirati dalla bellezza di questo oggetto, lo vedemmo alzarsi verticalmente e subito successivamente allontanarsi da noi con sostanziale velocità; rimanemmo tutti meravigliati e avemmo la sensazione che questo stupore fosse intenso anche nei cuori dei nostri piloti: era un aereo degli U.S.A., forse uno dei primi costruiti a decollo verticale.

Le tavole HO 249 (Sight Reduction Tables for Air Navigations, edite da "Defense Mapping Agency-USA) sono tavole atte alla determinazione delle rette d'altezza; sono state ideate per la navigazione aerea allo scopo di dare la possibilità di determinare il "*punto aereo*" in modo autonomo senza aver bisogno di assistenza al volo da terra, ciò allo scopo di non venire intercettati dal nemico in caso di guerra.

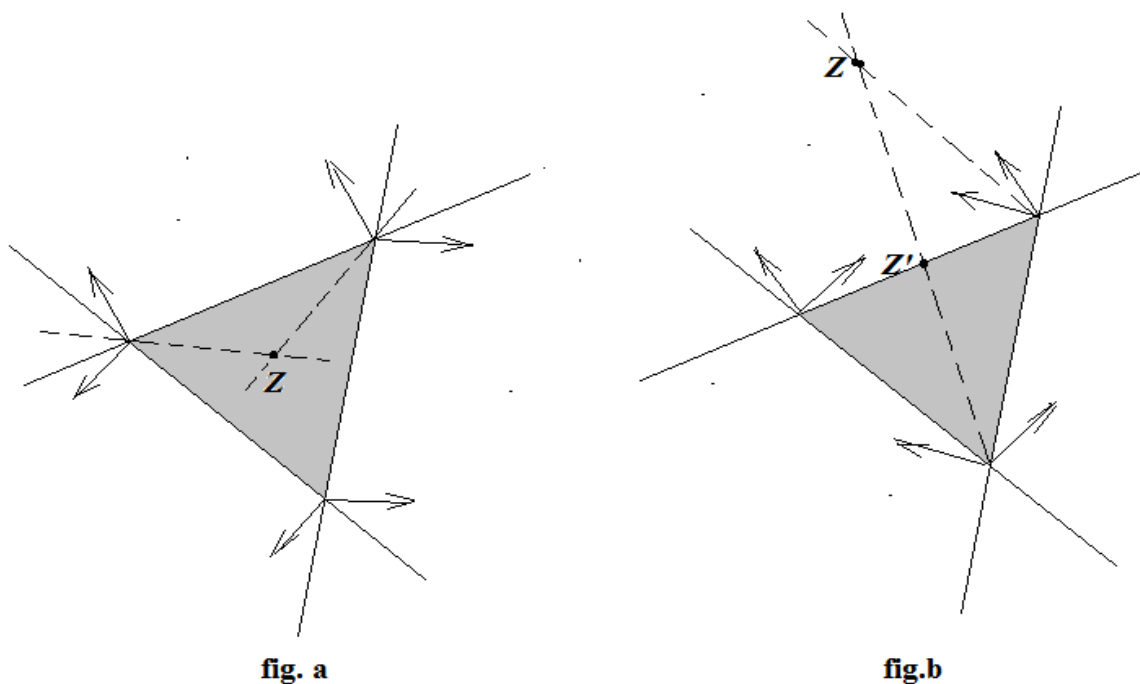
Le tavole riportano le stelle che, a quella latitudine e a quello specifico angolo orario locale, sono considerevolmente visibili; per ognuna di esse, le tavole riportano altezza e azimut; il navigatore quindi imposta sul sestante l'altezza letta sulle tavole e, col relativo azimut, riguarda attraverso la cupola quella stella che gli si presenta immediatamente davanti agli occhi, basta che faccia l'aggiustamento necessario dell'altezza rilevata e dia lo stop.

Questo procedimento va fatto, in generale per altre due stelle.

Le tre rette formano un triangolo e il punto aereo, esente da errori sistematici, coincide col punto di incontro delle bisettrici (ne bastano due perché le bisettrici di un triangolo si incontrano nello stesso punto, ovvero

nell'incentro).

Nel grafico è bene segnare con delle frecce, nei vertici del triangolo, le direzioni azimutali perché le bisettrici devono bisecare, oltre le rette, anche l'angolo formato dalle frecce.



OSSERVAZIONE. Se non esistessero gli errori (sistematici e accidentali) sarebbe sufficiente una sola coppia di stelle, ma questa circostanza non esiste. Le tre rette d'altezza simultanee o rese tali mediante il trasporto, se non esistessero gli errori si incontrerebbero in uno stesso punto; in realtà, proprio a causa dei suddetti errori, formano un triangolo di superficie più o meno grande. E' doveroso scegliere le tre stelle in modo che gli astri siano osservati a circa a 120° in azimut l'uno dall'altro e comunque tale che la somma di due differenze azimutali consecutive sia maggiore di 180° (fig. a); in questa circostanza il punto di intersezione delle bisettrici è interno al triangolo e questo è il punto che si assume come "punto aereo"

Il triangolo formato dalle tre rette d'altezza ed, in generale, il poligono che si forma a seguito del numero di stelle coinvolte, si chiama poligono di certezza o di incertezza, a seconda che si intenda come zona in cui cade certamente il punto nave o area in cui c'è l'incertezza di dove sia il punto nave.

Si dimostra, nella teoria degli errori, che il punto di quella zona non affetto da errori sistematici è il punto di incontro delle bisettrici. Nel caso di osservazioni simultanee o quasi questo punto è considerato buono visto che in questa circostanza gli errori accidentali sono piuttosto piccoli. Nel caso della figura b le bisettrici si incontrano fuori dalla zona di certezza e quindi il punto aereo sarebbe il punto Z; in questo caso, che per quanto è possibile è da evitare, è uso, per non uscire dalla zona di certezza, assumere come punto aereo il punto Z'.

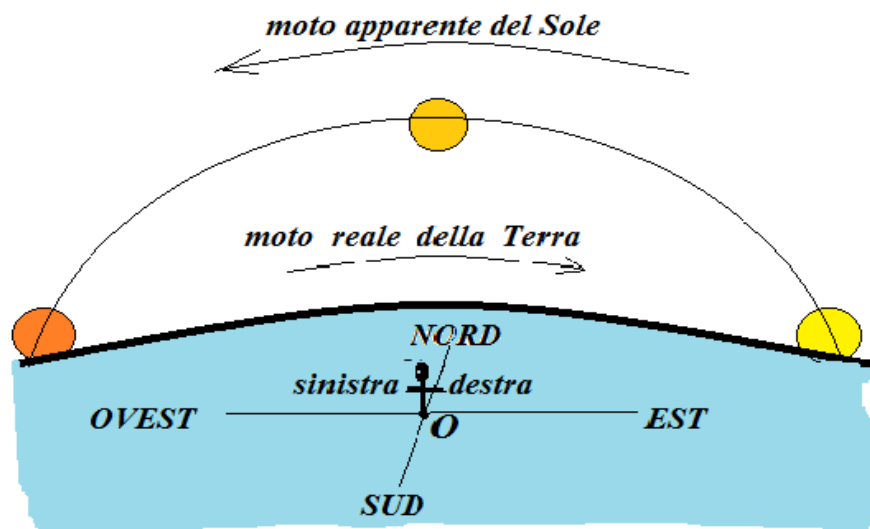
SULLA VELOCITA' DEGLI AEREI

Il problema che voglio trattare ha bisogno di una premessa per stabilire gli elementi in gioco. Già nella scuola primaria gli allievi trattano, anche se a grandi linee, i moti a cui è soggetto il nostro pianeta.

È noto che il giorno è suddiviso in due parti: il "di" e la "notte"; il di dura dal sorgere sino al tramonto del Sole, mentre la notte dura dal tramonto al sorgere del Sole. Tutti sanno che queste due parti (complementari del giorno) non hanno la stessa durata; esistono infatti le stagioni per cui durante l'inverno astronomico abbiamo i di più brevi e le notti più lunghe; il contrario nell'estate astronomiche. Solo in due momenti dell'anno le due parti hanno uguale durata e precisamente agli equinozi.

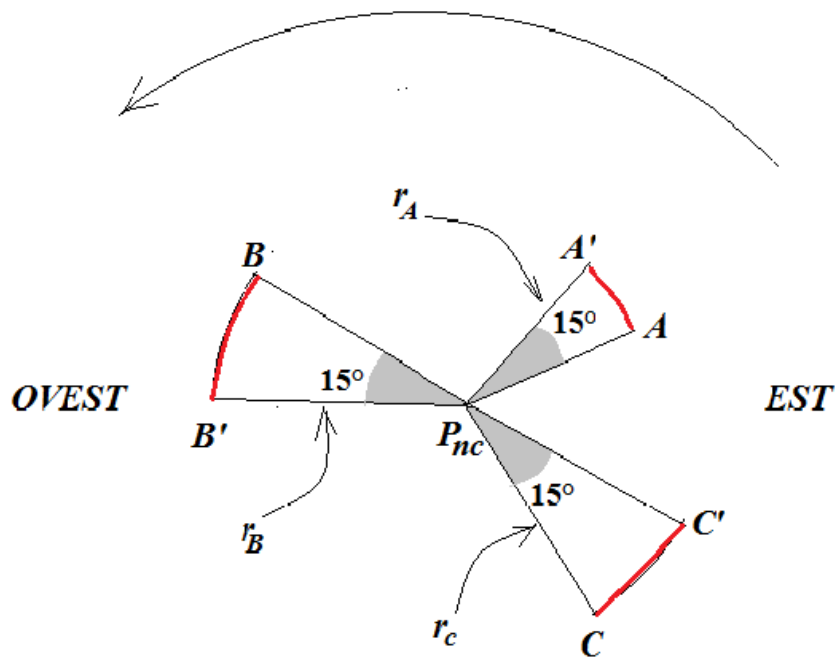
Un osservatore O che si trovi, in latitudine nord e con faccia rivolta verso il polo nord, in mezzo ad una vasta pianura od in alto mare vede:

- durante il di, sorgere il Sole alla sua destra, salire obliquamente sull'orizzonte fino a raggiungere la massima altezza al passaggio al proprio meridiano (mezzogiorno), per poi ridiscendere e tramontare alla sua sinistra



- di notte vede le stelle in modo analogo: sorgere alla sua destra, passare al proprio meridiano e tramontare alla sua sinistra e precisamente le vede, sulla volta celeste, percorrere archi concentrici tra loro, a loro volta, concentrici con l'equatore celeste (paralleli di declinazione).

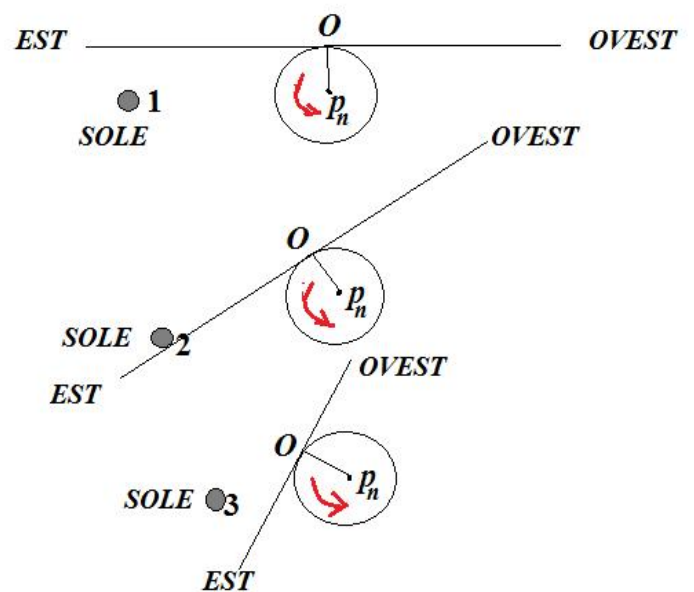
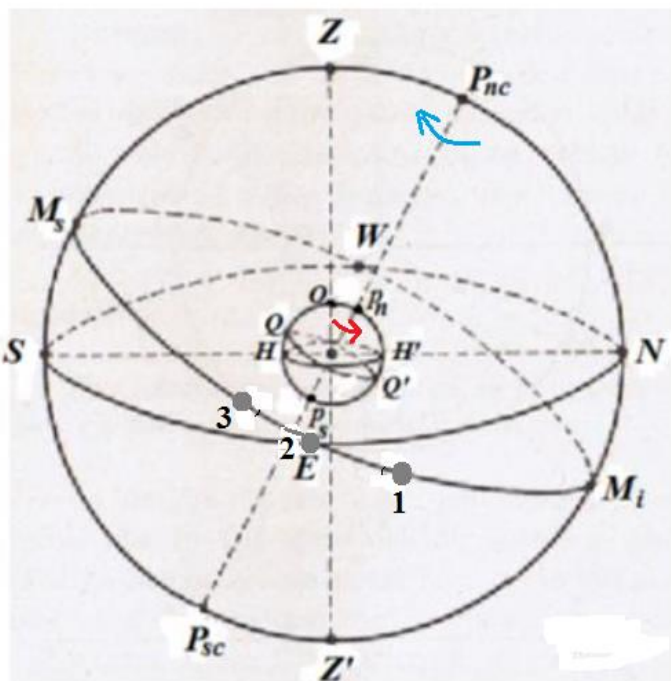
In una notte serena, senza Luna, questi archi si possono rilevare mediante una macchina fotografica con esposizione prolungata e con obiettivo puntato verso il polo elevato. Se si tiene l'obiettivo aperto per un'ora, risulteranno tanti archi, ciascuno di ampiezza pari a 15° , tanti quante sono le stelle visibili. Nella seguente figura sono disegnati gli archi di tre stelle, concentrici aventi centro nel polo elevato P_{nc} . Per questo emisfero rimane impressionato, approssimativamente, anche il polo elevato perché la stella polare è, ad esso, molto vicina (precisamente: distanza polare = $00^\circ 44' 09''$).



Osserviamo attentamente le seguenti figure: quella a sinistra riporta la sfera celeste per l'osservatore O avente latitudine QO ed il Sole, supposto sull'equatore celeste (periodo equinoziale) in tre posizioni successive 1, 2, 3:

- nella posizione 1 l'osservatore non lo vede perché il Sole è nell'emisfero invisibile,
- nella posizione 2 l'osservatore lo vede all'orizzonte e quindi ne vede il sorgere
- nella posizione 3 l'osservatore lo vede bene perché il Sole è nell'emisfero visibile

La freccia rossa indica l'effettivo movimento della Terra; la freccia blu il moto apparente delle stelle



In questa particolare circostanza il punto cardine Est coincide col punto del levante ed il punto

cardine Ovest col punto del tramonto.

Nella figura a destra è rappresentato il parallelo dell'osservatore (proiezione ortografica equatoriale) con le tracce dell'orizzonte nei tre casi della posizione del Sole:

- sotto l'orizzonte nella posizione 1
- poco sopra all'orizzonte nella posizione 2
- ampiamente sopra l'orizzonte nella posizione 3

E' uso dire, per il moto che ha la Terra, che l'orizzonte di un osservatore si abbassa ad est e si innalza ad ovest, da cui il sorgere ed il tramonto degli astri. Questa espressione è impropria perché l'osservatore, in realtà, si sposta girando assieme alla Terra, pertanto il suo orizzonte, perpendicolare alla propria verticale, si sposta con la verticale e quindi non si innalza e non si abbassa rispetto all'osservatore; l'abbassarsi e l'innalzarsi dell'orizzonte vale per un ipotetico osservatore che non prenda parte al moto della Terra, come avviene, appunto, per gli astri.

La Terra ruota su se stessa compiendo un giro completo in un giorno; non entriamo nel problema dei tempi così che possiamo fare alcune semplificazioni e supponiamo che il giro completo sia compiuto in 24 ore. Stabilito che la velocità angolare è uguale per tutti i punti della superficie terrestre, non è così per la velocità tangenziale. Supposta la Terra perfettamente sferica con lunghezza del circolo equatoriale pari a 40000 km, un punto dell'equatore percorre l'equatore in 24 ore e quindi la sua velocità periferica è:

$$v = 40000 \text{ km} : 24^h = \sim 1667 \text{ km/h} \quad (\text{approssimato per eccesso})$$

Trattasi indubbiamente di una velocità elevata, ed allora perché non siamo catapultati lontano dal nostro pianeta? La risposta sta nel fatto che la forza centrifuga cui sono soggetti i corpi sulla Terra è quasi insignificante rispetto alla forza gravitazionale; da calcoli, neppure difficili, scopriamo che la forza centrifuga, all'equatore, è appena il 3°/100 della forza gravitazionale; quindi vince abbondantemente la forza di gravità la quale ci obbliga a stare sempre poggiati alla superficie terrestre (se proviamo a saltare, la Terra ci richiama violentemente su di essa). La velocità periferica non è uguale in tutti i punti della Terra, infatti dipende dalla latitudine; essa diminuisce dall'equatore verso i poli e ai poli geografici è nulla.

Per quanto detto si evince che un osservatore, posto sull'equatore, che veda il Sole in una certa posizione e voglia che quella posizione non muti rispetto ad esso, dovrebbe muoversi, verso occidente, ad una velocità pari a 1667 km/h.

Dopo questa premessa riporto il seguente articolo di giornale:

Il nuovo jet supersonico: da Londra a New York in tre ore

Il velivolo ospiterà fino a 22 passeggeri, sarà disponibile dal 2021 e viaggerà a 2mila Km/h

[Aurora Vigne](#) - Sab, 14/10/2017 - 17:40

Da Londra a New York in **tre ore**. Il nuovo velivolo, ribattezzato dai media "il figlio del Concorde" perché raggiunge la velocità impressionante di **2mila km/h**, impiegherà la metà degli attuali aerei commerciali per percorrere la tratta.



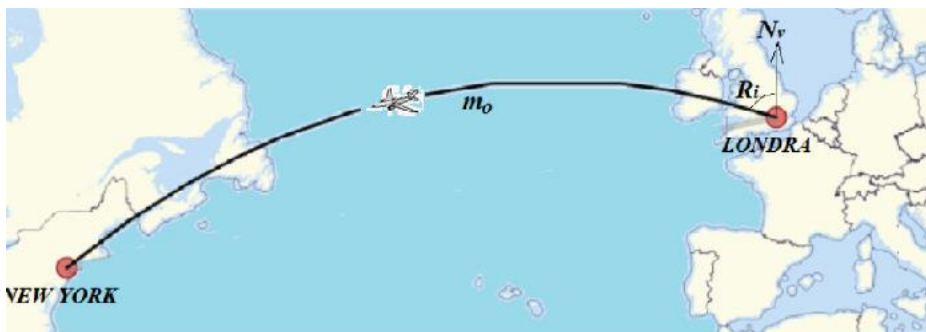
I primi test del volo "S-512 Quiet Supersonic Jet" sono già stati portati a termine nel New England, Stati Uniti. Il jet ospiterà fino a 22 persone e sarà disponibile dal 2021. Come riporta il [Corriere](#), la costruzione di ogni velivolo costerà dai **60-80 milioni** di dollari.

L'ad dell'azienda produttrice, **Vik Kachoria**, ha parlato di un enorme successo del progetto, affermando che l'iniziativa darà "la possibilità alle persone di fare tante cose in più e godersi maggiormente la vita".

Negli ultimi giorni, infatti, sono stati eseguiti sette voli brevi per analizzare la qualità del velivolo. Nel progetto della "**Spike Aerospace**" hanno investito diverse società, come Siemens, Quartus, Aernnova, Greenpoint, BRPH.

Ed ecco un aereo che raggiunge o meglio raggiungerà una velocità maggiore della velocità tangenziale dei punti equatoriali; da cui il problema:

Voglio determinare il cammino ortodromico ed il tempo di percorrenza tra Londra ($\varphi = 51^{\circ}30'30'' N$; $\lambda = 00^{\circ} 07' 32'' W$) e New York ($\varphi = 40^{\circ}42'46'' N$; $\lambda = 74^{\circ} 00' 22'' W$)

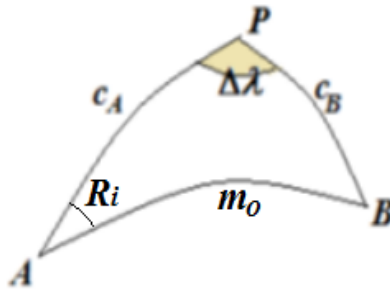


Credo opportuno far prima una premessa teorica.



E' mia opinione utilizzare correttamente la calcolatrice per evitare le *convenzioni* dei segni. In trigonometria sferica, nelle espressioni che rappresentano analiticamente i teoremi, si utilizzano gli elementi del triangolo (lati ed angoli) ed allora perché non si può operare nello stesso modo anche nelle materie nautiche?

Dalla seguente figura



in cui è:

- A è il punto di partenza avente colatitudine c_A
- B è il punto di arrivo avente colatitudine c_B
- $\Delta\lambda$ è la variazione di longitudine
- R_i è la rotta iniziale
- m_o è il cammino ortodromico

riportiamo le equazioni che consentono di determinare la **rotta iniziale** (un allievo sceglie, a suo piacimento, quella della “cot” oppure quella della “tan”) ed il **cammino ortodromico**;

$$\cot R_i = \frac{\overset{+}{\cot} c_B \overset{+}{\sin} c_A - \overset{+}{\cos} c_A \overset{+}{\cos} \Delta\lambda}{\sin \Delta\lambda}$$

$$\tan R_i = \frac{\sin \Delta\lambda}{\overset{+}{\cot} c_B \overset{+}{\sin} c_A - \overset{+}{\cos} c_A \overset{+}{\cos} \Delta\lambda}$$

$$\cos m_o = \overset{+}{\cos} c_A \overset{+}{\cos} c_B + \overset{+}{\sin} c_A \overset{+}{\sin} c_B \overset{+}{\cos} \Delta\lambda$$

in esse compaiono gli elementi del triangolo e pertanto le funzioni goniometriche, digitate sulla calcolatrice, assumono il segno in funzione dell'appartenenza al quadrante del loro argomento; in questo modo non si deve ricorrere (dal punto di vista squisitamente matematico) a nessuna “convenzione” dei segni.

Nel triangolo ortodromico, come è noto, si sa che:

- il polo geografico P è omonimo alla latitudine del punto di partenza,
- la colatitudine del punto di arrivo si determina con la relazione algebrica

$$c_B = 90^\circ - (\pm \phi_B)$$

nella quale viene scelto il segno

- " + " se B è nello stesso emisfero di A ,
- " - " se B è nell'emisfero opposto a quello di A .

Nei tempi in cui si utilizzavano le tavole dei valori naturali delle funzioni goniometriche era necessario conoscere il problema della *riduzione al primo quadrante*.

La *riduzione di un dato angolo al primo quadrante* (argomento che oggi non è più nei programmi di matematica) significa determinare l'angolo del primo quadrante le cui funzioni goniometriche abbiano, in valore assoluto, gli stessi valori dell'angolo dato.

Successivamente il segno del valore naturale richiesto viene assegnato in virtù del quadrante di appartenenza dell'angolo dato.

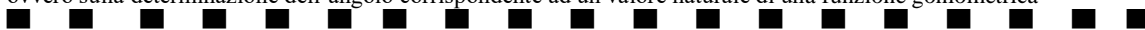
Questa operazione era indispensabile allorché si usavano le tavole perché, come si sa, le tavole fornivano i valori naturali delle funzioni goniometriche per angoli del primo quadrante.

In navigazione ed in astronomia nautica si è agevolato lo studente introducendo le così dette “*convenzioni dei segni*”; oggi, sempre più mi convinco che se ne debba fare a meno, lasciando alla calcolatrice tascabile il compito di tenere conto dei segni dei valori naturali delle funzioni goniometriche.

Mi sembra che col perseverare dell'uso delle suddette convenzioni dei segni, si disconosca la potenzialità delle moderne calcolatrici tascabili (ed eventualmente dei computer) e si faccia una mescolanza tra il “*vecchio*” e il “*nuovo*”.

Il problema, a volte^(*), si potrebbe porre anche con le calcolatrici se gli angoli che si manipolano avessero variabilità dell'angolo giro; questo non avviene mai nelle materie nautiche perché anche se esistono angoli con variabilità di tutto l'angolo giro come gli azimut e i tempi dell'astro, nelle equazioni (che tutti chiamano, più comunemente, formule) non compaiono mai azimut e angoli orari ma, rispettivamente, angoli azimutali ed angoli al polo.

(*) non si pone il problema sulla determinazione del valore naturale di una funzione goniometrica; si pone nel problema inverso ovvero sulla determinazione dell'angolo corrispondente ad un valore naturale di una funzione goniometrica



Ora, dalle coordinate di Londra e di New York, posso calcolare il cammino ortodromico a prescindere dalla quota di 10000 m di volo:

$$m_o = 50^\circ 05' 43'' = 3005.7' = 3005.7 \text{ mg}$$

ed essendo:

$$1 \text{ mg} = 1.852 \text{ km},$$

è

$$m_o = 5572.22 \text{ km}$$

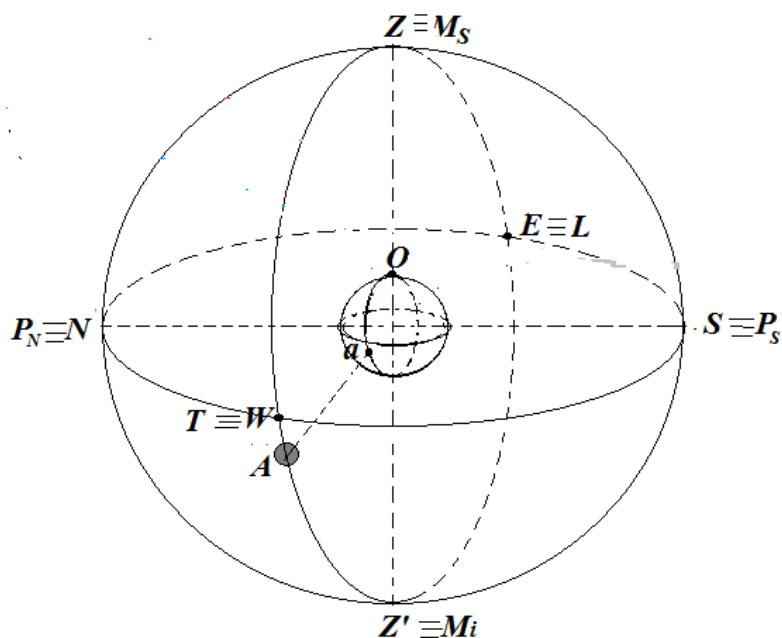
Pertanto l'intervallo di tempo necessario per la traversata, in virtù della velocità dell'aereo, è:

$$5572.22 : 2000 = 2.786^h = 2^h 47^m 10^s.$$

Ed ecco il fenomeno astronomico a cui si può incorrere con velocità così elevate, anche all'equatore.

Suppongo che un aereo parta da Mbandka (capoluogo della provincia dell'Equatore della Repubblica Democratica del Congo, a pochi chilometri, verso nord, dall'equatore), con rotta Ovest e l'istante di decollo avvenga 24 minuti dopo il tramonto.

La figura scenografica della sfera celeste relativa all'istante di decollo dell'aereo, vista la posizione del punto di partenza posizionato sull'equatore è un caso particolare.



Precisamente trattasi della **sfera celeste retta**, infatti l'equatore e l'orizzonte si secano perpendicolarmente; in essa:

- lo zenit Z è un punto dell'equatore, coincidente col mezzo cielo superiore M_S ;
- anche il nadir Z' è un punto dell'equatore, coincidente col mezzo cielo inferiore M_i ;
- l'equatore, contenendo lo zenit, il nadir, i punti cardinali E e W , coincide col primo verticale;
- i poli celesti nord e sud giacciono sull'orizzonte e coincidono con gli omonimi punti cardinali N e S , pertanto l'orizzonte coincide col primo orario;
- tutti gli astri sorgono e tramontano ed hanno archi diurni uguali agli archi notturni; così è anche per un astro che percorre l'equatore come nel caso del Sole agli equinozi.

La figura è riferita all'osservatore O nell'istante di decollo; allora A è la posizione del Sole, tramontato 24 minuti prima, ed a è il suo corrispondente punto subastrale.

Il punto a , nel moto apparente del Sole si sposta, verso occidente, alla velocità di 1667 km/h ed il punto O si sposta, nello stesso verso, alla velocità di 2000 km/h .

Le relative posizioni di O e di a non mutano se si considera a fermo ed O spostarsi verso occidente alla velocità

$$v' = 2000 - 1667 = 333 \text{ km/h.}$$

allora, essendo

$$24^m = 0.4^h ,$$

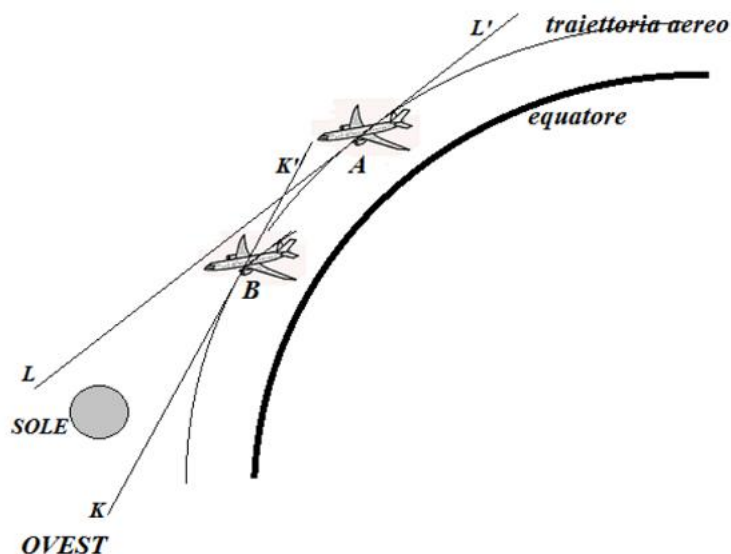
l'aereo, dopo aver percorso

$$(0.4^h) \cdot (333 \text{ km/h}) = 113.2 \text{ km,}$$

si troverà nella stessa posizione, relativamente al Sole, che aveva 24 minuti prima della partenza e, pertanto, continuando nella sua rotta, vedrà sorgere il Sole ad ovest.

Continuando a volare in tal verso (ammettendo una grande autonomia dell'aereo) , dopo circa 30 ore di volo $[(10000 \text{ km}) : (333 \text{ km/h}) = 30^h 01^m 48^s]$ avrà il Sole allo zenit e dopo ulteriori 30 ore circa di volo vedrà tramontare il Sole ad oriente.

Nella seguente figura si rileva un istante in cui il Sole è sotto all'orizzonte (LL') e un istante in cui il Sole è già sorto, da occidente, e quindi sopra l'orizzonte (KK')



Se si sostituisse ipoteticamente l'aereo con un satellite, il moto apparente del Sole sarebbe invertito rispetto a quello degli abitanti della Terra, con giorni di durata pari a circa 120 ore terrestri.

■ Dopo questa lettura può venir logico domandarci che cosa sia il tempo; a tale proposito cito il fisico Julian Barbour (il fisico che ha ammazato il tempo) e riporto alcuni stralci di un articolo comparso sulla Stampa:

Se non accadesse nulla, se nulla cambiasse, il tempo si fermerebbe. Perché il tempo non è altro che cambiamento che noi percepiamo, non il tempo. Di fatto il tempo non esiste.

.....

Per spiegare il cambiamento basta una varietà di forme. Supponiamo di avere soltanto tre corpi nell'universo, tre particelle. Muovendosi, in ogni configurazione formano un triangolo diverso: è tutto ciò che possiamo dire, non ci sono altre informazioni, non c'è modo di dire quanto tempo passa tra due configurazioni. Questi istanti sono ciò che chiamo "adesso". Si può vederla come una successione ma non necessariamente tra un prima e un poi , tutto è potenzialmente qui, ora, non c'è una direzione necessaria come nel nostro tempo intuitivo. L'eternità e l'istante sono i due estremi e anche la stessa cosa.

.....

Eppure un giorno morirò, pensa la gente davanti alla negazione del tempo. Che cosa è la morte? “è solo un altro adesso e la sequenza continuerà con la decomposizione del corpo” E poi? “ Non c’è un poi, è tutto qui adesso. Prenda la sequenza dei numeri: è ridicolo che il 17 dica che l’8 è morto solo perché è venuto prima”

Tornando ora a parlare del tempo che noi percepiamo, mi sovviene alla memoria la lettura di un bellissimo libro di cui purtroppo non ricordo né titolo né autore; trattava di due ipotetici esseri che comunicavano, mediante radio onde, l’uno dalla Terra e l’altro da un pianeta della stella Vega. 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:

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

Allora con spunto preso da quel libro di cui prima, presento il seguente racconto (non tanto surreale), da me, ovviamente un po’ modificato.

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

Nel racconto viene ipotizzato che in un pianeta della stella Vega, di nome convenzionale POA, abiti un umano 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 umano della Terra, di nome Mario che risponde con altrettanto radiomessaggio :

“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 consente di fare alcune doverose considerazioni:

- Tanto per cominciare con quale lingua comunicano i due presunti umani?
- 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 vite

fisiologiche di durata molto diversa.

- 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 notorio, dipendono dalle orbite dei pianeti attorno a se stessi ed alle 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*. E' presumibile però che noi non siamo i meno evoluti del cosmo, perché potrebbero esservi pianeti ancora abitati da cavernicoli.

In una conferenza il Prof. Tullio Regge parlava del confine tra geografia e cosmografia.

Nella preistoria, diceva, la geografia consisteva nelle terre in cui abitava l'uomo, e l'orizzonte, irraggiungibile, era già cosmografia.

Oggi diciamo che tutta la Terra è geografia (per i terrestri) perché, teoricamente, l'uomo può raggiungere qualsiasi suo punto. Al limite si può ipotizzare che anche la Luna faccia parte della nostra geografia, perché è stata raggiunta dall'uomo e, potenzialmente, salvo costi e tempi di raggiungimento, qualsiasi uomo può allunarvi.

Per contro, nel precedente racconto, si evince che il *sistema vegale* ha una geografia molto più vasta perché IGO prima viveva su di un pianeta e successivamente su di un altro. E a chi si può negare di pensare che, in quel sistema stellare non vi siano altri pianeti tutti raggiungibili? Pensate quanta geografia vi sarebbe in quella parte di cielo.

Credo che esistano altri mondi abitati, perché nei miliardi di stelle dell'Universo (di cui l'uomo pare che ne conosca fino ad ora solo il 4%), ve ne sono miliardi con pianeti come la Terra, e pertanto potenzialmente in quei pianeti vi potrebbe essere la vita.

► Lessi, al riguardo della dimensione tempo, ciò che capitò a San Agostino mentre, assorto nei suoi pensieri, camminava sulla riva del mare; si distrasse nel vedere un bimbo che, con un secchiello, portava l'acqua del mare in una pozzanghera della spiaggia:

San Agostino si meravigliò del continuo andirivieni del bimbo tra la battigia e la pozzanghera ed allora domandò:

“cosa stai facendo?”

Il bimbo rispose:

“prendo tutta l'acqua del mare e la porto in questa pozzanghera”

Il prelado allora disse:

“ma, ciò che stai dicendo è impossibile”

Allora il bimbo replicò:

“è più facile che io possa raggiungere il mio intento che tu possa darti una risposta alla domanda che tu ti sei posto”

Ecco la domanda che San Agostino si era posto: “che cosa è il tempo?”

Ed allora diede la definizione che, più o meno, suonava così:

“se tu non mi domandi cosa è il tempo, io so che cosa è; se tu mi domandi cosa è il tempo, io non so risponderti”

► Da un brano dell'Esodo: leggiamo

<< Mosè disse a Dio: “gli Israeliti mi chiederanno come si chiama il Dio che ti manda, ed io cosa risponderò loro?”. Dio disse a Mosè: “Io sono colui che sono! Dirai agli Israeliti: Io Sono mi ha mandato a voi; questo è il mio nome per sempre ”>>

Un commento personale: Dio è “io sono colui che è”; ciò ci porta a stabilire che il *passato* ed il *futuro* siano due stati peculiari dell'uomo, assegnatigli da Dio nella vita terrena, tal che è proprio il suo *presente* che è *fuggente*: l'azione appena conclusa è già passato e quella che sta per compiere è futuro; ma, questi due stati per Dio sono solo *sempre* e solamente *presente*; forse tutto questo

coincide con l'”adesso” di Barbour?

► Finiamo questa trattazione con UNA CURIOSA STORIELLA

Pare che Auguste Alphonse Gratry (Lilla 1805 – Montreux 1872), filosofo francese e sacerdote dal 1832, abbia steso una dimostrazione sulla infinità di cose che Dio può creare dal nulla.

Ecco l'enunciato:

“ Dio, ossia l'infinito, può creare, dal **nulla**, qualunque cosa *C*.”

Ed ecco il ragionamento teologico-matematico:

“ essendo in matematica:

- i. il nulla equivalente allo zero,
- ii. $\frac{C}{0}$ il simbolo dell'infinito,

moltiplicando per 0 numeratore e denominatore della frazione ii., otteniamo

$\frac{0}{0}$ che è il simbolo dell'indeterminatezza,

per cui, valendo qualunque cosa, può valere anche la cosa *C*, da cui la creazione di *C*.”

Naturalmente la dimostrazione presenta una palese **contraddizione**; lasciamo al lettore determinarla.

Penso che, alla luce del precedente ragionamento, sia impossibile dimostrare l'onnipotenza di Dio con i numeri; ritengo però che una persona possa credere a Dio e alla sua infinità, al di là dell'educazione religiosa avuta nell'infanzia, soprattutto per la infinità dei numeri che esistono, indipendentemente dal loro potenziale utilizzo pratico. Il grande matematico e logico tedesco Leopold Kronecker (Liegnitz 1823 – Berlino 1891), per il suo convincimento che l'*analisi matematica* potesse essere completamente costruita sui numeri naturali, pare che disse “ *Dio creò i naturali e l'uomo tutti gli altri*” ;

Anche se personalmente non condivido questa asserzione, sono convinto che la completezza dei numeri sia proprio l'espressione più manifesta della perfezione del suo creatore, che non è certamente l'uomo; sono pertanto sostenitore che solo Dio sia l'unico artefice di tutto il creato e che l'uomo, con il suo impegno e con la sua grande capacità razionante, non abbia fatto altro che fare delle scoperte e che solo in questo senso possa continuare.