



L'EVOLUZIONE
DEL CONCETTO DI TEMPO
dal XIX secolo ai giorni nostri

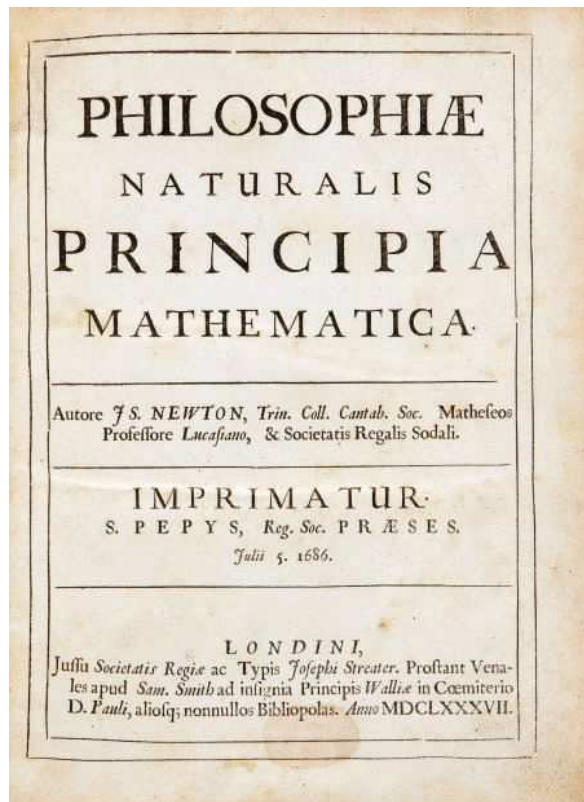
Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-
Verona-aprile 2015

IL TEMPO IN NEWTON

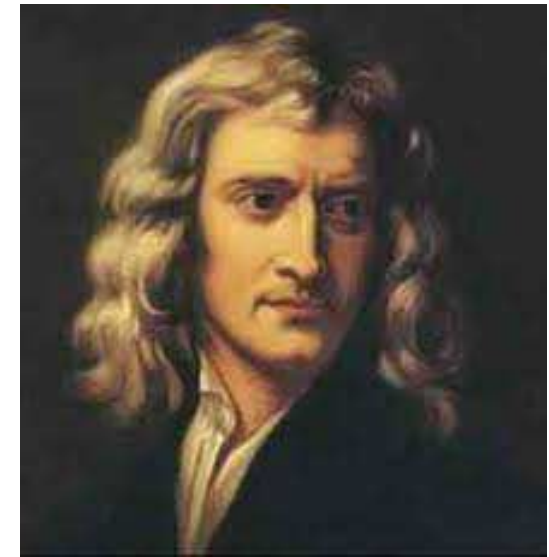
Nel 1687 Newton pubblica l'opera *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* che fonda la fisica moderna. In essa sono contenuti i 3 principi della dinamica e la legge di gravitazione

“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 è qualcosa in sé e non trova generazione o spiegazione in altro
- funge da base, sfondo e supporto a tutte le misure di tempo
- il flusso del tempo è immutabile omogeneo, costante e uguale per tutti



Frontespizio dei Principia

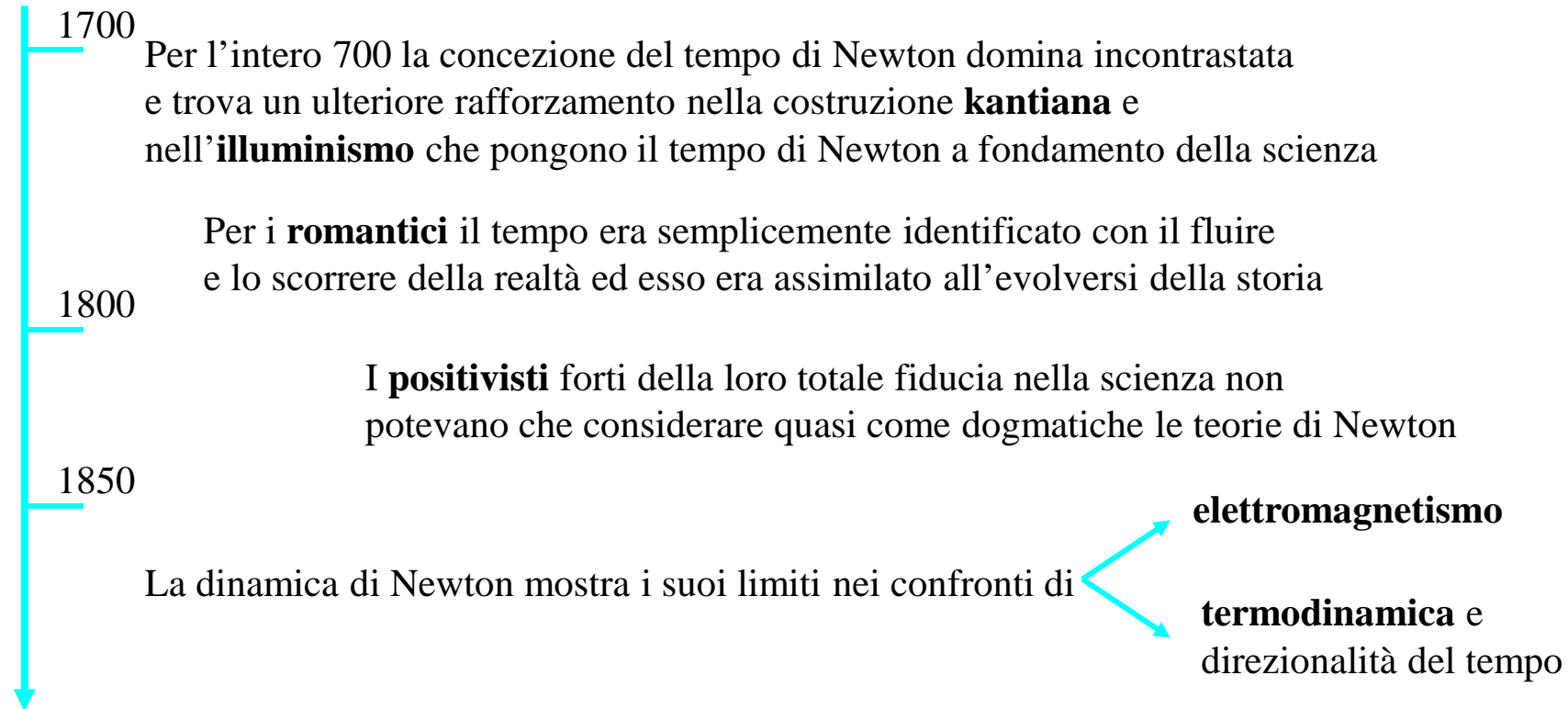


Isaac Newton, 1642-1727

Il concetto di tempo risulta estremamente saldo e si pone a fondamento dell'intera scienza

Il tempo diventa una grandezza fisica dimensionale che funge da base operativa per il sapere moderno

IL TEMPO TRA SETTE E OTTOCENTO



La concezione del tempo assoluto trova critici

sia nell'ambito scientifico

sia nell'ambito delle nuove scienze cognitive emergenti

La prima critica sia fisico-scientifica che psico-cognitiva verrà da Mach

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-

Verona-aprile 2015

La critica

Il tempo non è a sé stante né indipendente,
Newton crede che il movimento avvenga nello scorrere del tempo

Il tempo non è altro che un'astrazione alla quale giungiamo attraverso
la constatazione del movimento/mutamento

Mach destruttura il concetto di tempo assoluto partendo da un'analisi puntuale
del testo di Newton....

...facendo notare che lo stesso Newton, pure, sostiene che
forse non esiste un moto inerziale assoluto che consenta la misurazione del tempo assoluto



Ernst Mach, 1838-1916

L'errore fondamentale di Newton sta nell'aver ipostatizzato il concetto di tempo

La vera natura del tempo

Sull'origine dell'idea del tempo Mach sostiene che:

“non è difficile provare con l'aiuto della psicologia, della storia e della linguistica
che l'uomo deve le sue rappresentazioni temporali alla mutua dipendenza delle cose”

La rappresentazione del tempo è legata alla sensibilità nel percepire le relazioni:

“arriviamo alla rappresentazione del tempo per il rapporto esistente
tra il contenuto della nostra memoria e il contenuto della nostra percezione attuale”

LE CRITICHE DI MACH: LA CRITICA COGNITIVA

La fisica non basta per definire il tempo anzi viene dopo

prima bisogna avere una conoscenza sufficiente dell'origine della nostra concezione di tempo e soltanto poi utilizzare lo stesso come grandezza

Quella che **va studiata è la sensazione del tempo**, poi la fisiologia fungerà da ponte tra vissuto e scienza

La sensazione temporale

- è legata alla successione delle nostre percezioni e alla memoria delle percezioni appena provate
- è determinata dalla consunzione organica
- è il fondamento delle altre sensazioni

Il commento personale dello scienziato:

“come mi sembrano brevi ora le mie giornate se le confronto con quelle della mia gioventù”

Il nuovo punto di vista sul tempo

Non più il tempo esteriore unicamente scandito dalla misura,

ma il tempo interiore personale

con riferimento al tempo della psiche


L'intero pensiero di Bergson è centrato sul concetto di *tempo* e su quello di *durata*


- Una durata continua che si sviluppa da sé stessa e rende atto di tutto ciò che cambia in noi e fuori di noi
- La durata non è che accumulo, un'evoluzione di sé stessa, che non si può ripetere uguale a sé medesima
- Il tempo non è più solo quello della scienza rigido e scandito, ma ad esso si affianca quello della vita, intimamente vissuto dal singolo e che non può trovare corrispondenze nel tempo scientifico



Henri Bergson, 1859-1941

Due testi:

“Saggio sui dati immediati della coscienza”,  critica alla concezione spaziale del tempo del 1889

“L'evoluzione creatrice”,  distinzione tra tempo della vita e tempo della scienza del 1907

Quello che misuriamo con l'orologio non è il tempo ma movimento nello spazio

crediamo di contare nel tempo ma questa è un'illusione
se consideriamo stati della coscienza, l'unità di misura spaziale non è più adeguata

gli scatti equidistanti dell'orologio ci rappresentano il tempo come mezzo omogeneo
nel quale si dispongono i nostri stati di coscienza

Il tempo non è omogeneo

il concetto di un tempo omogeneo è spurio,
“dovuto all'intrusione dell'idea di spazio
nel campo della coscienza pura”:

la durata pura, il vero tempo, deve prescindere, da
rappresentazioni prese a prestito dallo spazio e dal moto altrimenti il tempo diventa
“fantasma dello spazio”

DUE FORME DI DURATA

- una mescolata allo spazio, che è durata solo in senso debole
- l'altra indipendente dallo spazio è la durata pura

TEMPO E SOCIETÀ

Il discrimen tra spazio e tempo è la **simultaneità**

Problema

Consideriamo il tempo omogeneo perché la vita esteriore/sociale ha preso il sopravvento

si è perso l'aspetto qualitativo del tempo inteso come arricchimento continuo non parcellizzabile dell'io

Soluzione

staccare dall'io lo strato di fatti psicologici più immediati utilizzati come regolazione sociale

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-

Verona-aprile 2015

TEMPO DELLA VITA

reale *continuo* *interiore*
autentico *qualitativo* *irreversibile*

In noi si succedono stati e in tale variazione continua si determina la durata



La memoria prolunga ciò che proviamo nel presente e lo stato d'animo si riempie nella durata



La durata

“è il progresso continuo del passato che rode il futuro e che aumenta a mano a mano che avanza”

- Il tempo costituisce il tessuto, resistente e sostanziale, della vita psicologica
- Il costituirsi di noi stessi e della nostra personalità trova il suo progredire nel tempo

TEMPO DELLA SCIENZA

astratto *discontinuo* *esteriore*
inconsistente *quantitativo* *reversibile*

- Consiste nel valutare un certo numero di simultaneità e i suoi istanti sono identici
- È una dimensione esteriore del tempo costituita da oggetti materiali discontinui, valuta le modifiche posizionali, senza storia
- Utile rappresentazione di comodo, inorganica, che rende atto molto parzialmente del tempo

L'esempio: se voglio prepararmi un bicchiere di acqua zuccherata, posso immaginare, pensare, scomporre, rappresentare, ipotizzare tuttavia non posso fare altro che aspettare che lo zucchero si sciogla nell'acqua:



“il tempo che devo aspettare non è più infatti il tempo matematico che può applicarsi a tutto il corso della storia del mondo materiale.....
.....è un tempo che coincide con la mia impazienza”

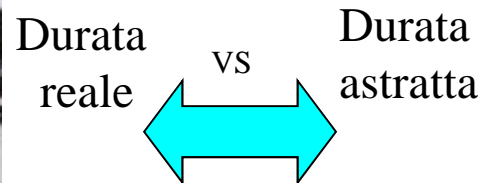
il tempo concreto è solo uno: quello psichico della vita che s'incarna nella durata, l'altro è una sua oggettivazione che costituisce solo un aspetto della temporalità, che erroneamente generalizziamo

Il simbolismo: la differenza fra le due idee di tempo è la stessa che c'è tra

una **valanga** che si ingrossa



una **collana di perle** fatta di singole e distinte parti



LA CRISI DELLA MECCANICA NEWTONIANA

- i nuovi risultati della fisica derivanti dall'elettromagnetismo
insieme a
- la critica di Mach
- la critica al tempo della scienza

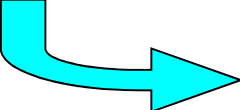
Mettono seriamente **in crisi la costruzione newtoniana** della fisica e quindi della realtà



L'INCOMPATIBILITA' TRA MECCANICA CLASSICA ED ELETTROMAGNETISMO

L'incompatibilità tra meccanica classica ed elettromagnetismo si focalizza sulla velocità della luce (c)

EINSTEIN E LA TEORIA DELLA RELATIVITA'

La meccanica classica viene superata dalla teoria della relatività

 la grandezza assoluta e costante in ogni sistema di riferimento diviene la velocità della luce

 Se è una velocità a rimanere costante ciò che dovrà cambiare e divenire relativo saranno proprio i suoi elementi costitutivi: 
lo spazio ed il tempo.

IL TEMPO CAMBIA

Con la teoria della relatività viene spazzato via il concetto di tempo assoluto,

- **il tempo non sarà più univoco**, ma dipenderà dal sistema di riferimento preso in considerazione
- non possiamo più riferirci ad un unico tempo ma dobbiamo considerare il tempo relativamente ad un particolare osservatore ed al suo stato di moto

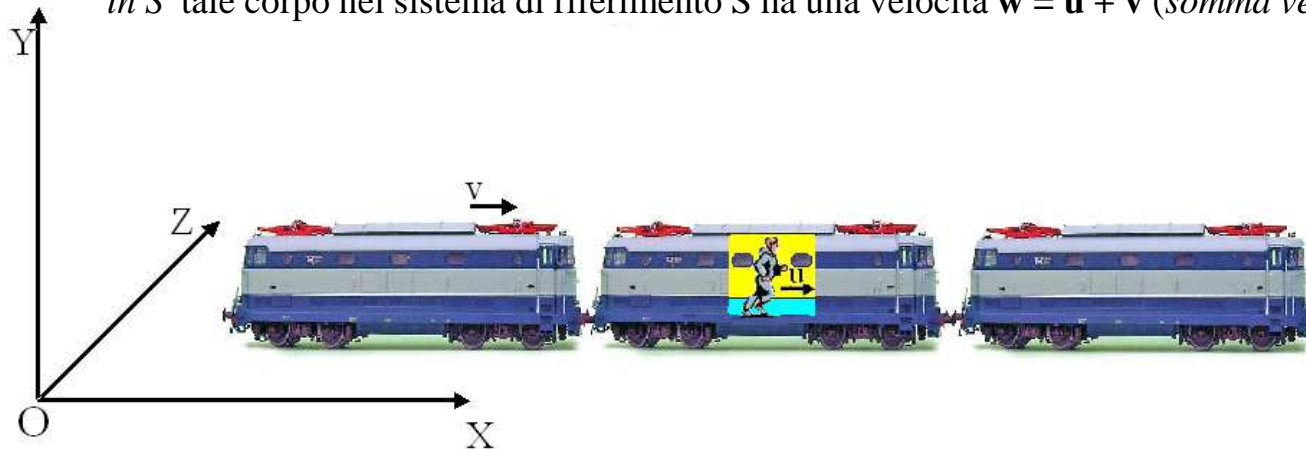
10

LA TEORIA DELLA RELATIVITÀ RISTRETTA

- A coronamento della sua teoria elettromagnetica Maxwell stabilisce che la **luce è un'onda elettromagnetica** che viaggia alla velocità di 300.000 km/s.
- nello studio della velocità della luce però emerge un **problema**
- essa **rimaneva apparentemente la stessa in sistemi** di riferimento inerziali **diversi**, in moto relativo fra loro, contraddicendo il principio di composizione delle velocità presente nella teoria classica di Newton e Galilei

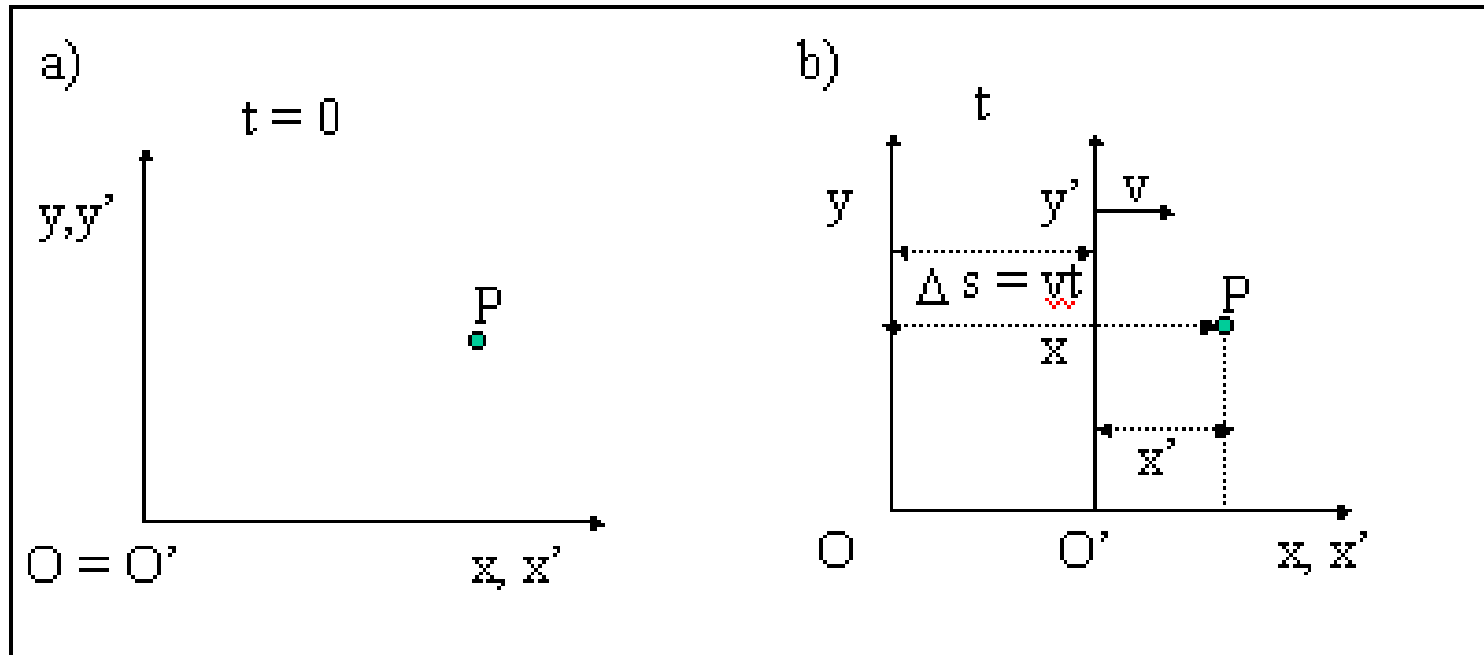
Principio di composizione delle velocità

Dato un sistema di riferimento in quiete S e un sistema di riferimento S' che si muove di velocità costante \mathbf{v} rispetto a S , se un corpo si muove con velocità \mathbf{u} in S' tale corpo nel sistema di riferimento S ha una velocità $\mathbf{w} = \mathbf{u} + \mathbf{v}$ (*somma vettoriale*)



Se il treno si muove con velocità v rispetto al sistema fermo S con origine in O , un uomo che corre a velocità costante u rispetto al treno avrà una velocità $w=v+u$ rispetto a S

Per velocità quotidiane lontane dalla velocità della luce vale la cosiddetta relatività galileiana



in a) S ed S' sono due sistemi inerziali che coincidono in all'istante t=0;
 in b) S' trasla con velocità costante v lungo l'asse delle ascisse e per passare da un sistema di riferimento all'altro utilizziamo le trasformazioni di Galileo

Le coordinate x e y di S sono legate alle coordinate x' e y' di S' attraverso le seguenti trasformazioni

$$\begin{cases} x = x' + vt \\ y = y' \\ t = t' \end{cases}$$

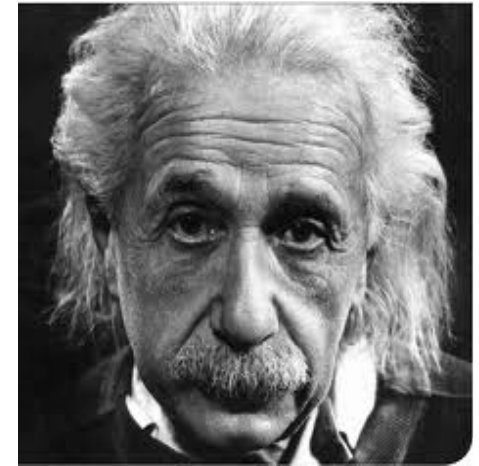
Problema

perché c , rimaneva apparentemente la stessa in sistemi di riferimento inerziali diversi?

Soluzione

Einstein trasformò un problema in soluzione

la velocità della luce appariva la stessa nei diversi sistemi di riferimento semplicemente perché lo era: indipendentemente dal sistema di riferimento



Albert Einstein, 1879-1955

La velocità della luce è sempre la stessa indipendentemente dal sistema di riferimento inerziale

La teoria di Einstein si fonda su due postulati:

- 1) **il postulato di relatività** secondo cui “le leggi di un sistema fisico non devono dipendere da un particolare sistema di riferimento inerziale, ma devono essere le stesse in tutti i sistemi inerziali”
- 2) **il postulato dell’invarianza** secondo cui la luce nello spazio vuoto si propaga sempre con una velocità determinata c , indipendente dallo stato di moto dei corpi emittenti.

Ancora un problema

I due principi sembrano chiari, ma appaiono incompatibili e contraddittori

I due principi diventano compatibili se si determinano nuove relazioni che consentano la conversione delle coordinate spaziali e dei tempi nel passaggio da un sistema di riferimento inerziale all'altro

Innovazione concettuale

l'inconciliabilità dei due principi della relatività può essere superata solo se

ammettiamo che le coordinate temporali possano cambiare nel passaggio da un sistema di riferimento ad un altro



si ammette così che la durata dei processi fisici dipende dal sistema di riferimento in cui essi sono considerati

IL TEMPO ora

dipende dal riferimento in cui lo si considera, cioè dai punti di vista, molteplici, che può avere un osservatore

Se le velocità sono prossime a quelle della luce le trasformazioni da un sistema all'altro cambiano radicalmente:

$$\left\{ \begin{array}{l} x = \frac{x'+vt'}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \gamma(x'+vt') \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \frac{t'+\frac{x'v}{c^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \gamma\left(t'+\frac{x'v}{c^2}\right) \end{array} \right.$$

con $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

fattore di dilatazione relativistica

Trasformazioni di Galileo

$$\left\{ \begin{array}{l} x = x' + vt' \\ y = y' \\ t = t' \end{array} \right.$$

dette trasformazioni di Lorentz

NOTIAMO CHE



per velocità v molto più piccole della velocità della luce, le precedenti trasformazioni si riducono a quelle di Galileo.

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-

Verona-aprile 2015

EINSTEIN CONTRO GALILEI

Proprio perché **nel quotidiano** siamo abituati a considerare i movimenti relativi mediante le trasformate di Galileo...
...i risultati di Einstein sembrano rivoluzionari ed incompatibili con la realtà che abbiamo sotto gli occhi.

Non siamo avvezzi a ragionare con velocità prossime a quella della luce; solo alla fine dell'Ottocento l'umanità è stata costretta a prenderne atto, riscrivendo, le equazioni che rendono ragione della realtà in una forma molto più precisa.

Considerazioni:

- se $v=c$ il fattore γ diventa infinito
- comportando valori a loro volta infiniti delle grandezze x' e t'
- se $v>c$ si ottiene un valore negativo sotto radice quadrata, risultato fisicamente non reale.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Questo implica che la velocità della luce è la massima consentita dalla natura, essa non può essere raggiunta e tanto meno superata.

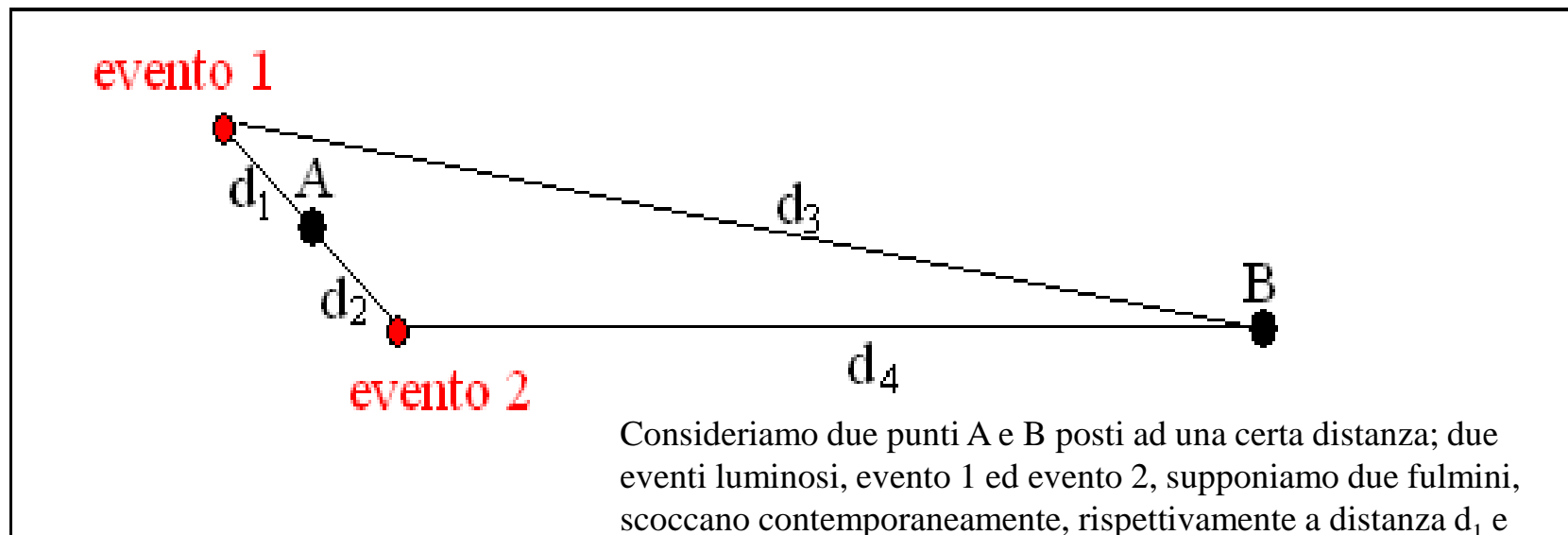
Se in natura esiste una **velocità limite** il suo valore deve essere lo stesso in tutti i sistemi di riferimento inerziali, diversi sistemi inerziali in moto relativo non possono discriminare sul valore della velocità limite

CONSEGUENZE DELLA RELATIVITÀ SUL TEMPO: IL NUOVO CONCETTO DI SIMULTANEITÀ (1)

La questione dello stabilire la simultaneità di due eventi è centrale nello sviluppo della teoria della relatività ristretta perché

“dobbiamo tener presente che tutte le nostre asserzioni nelle quali il tempo gioca un ruolo sono sempre asserzioni su eventi simultanei”

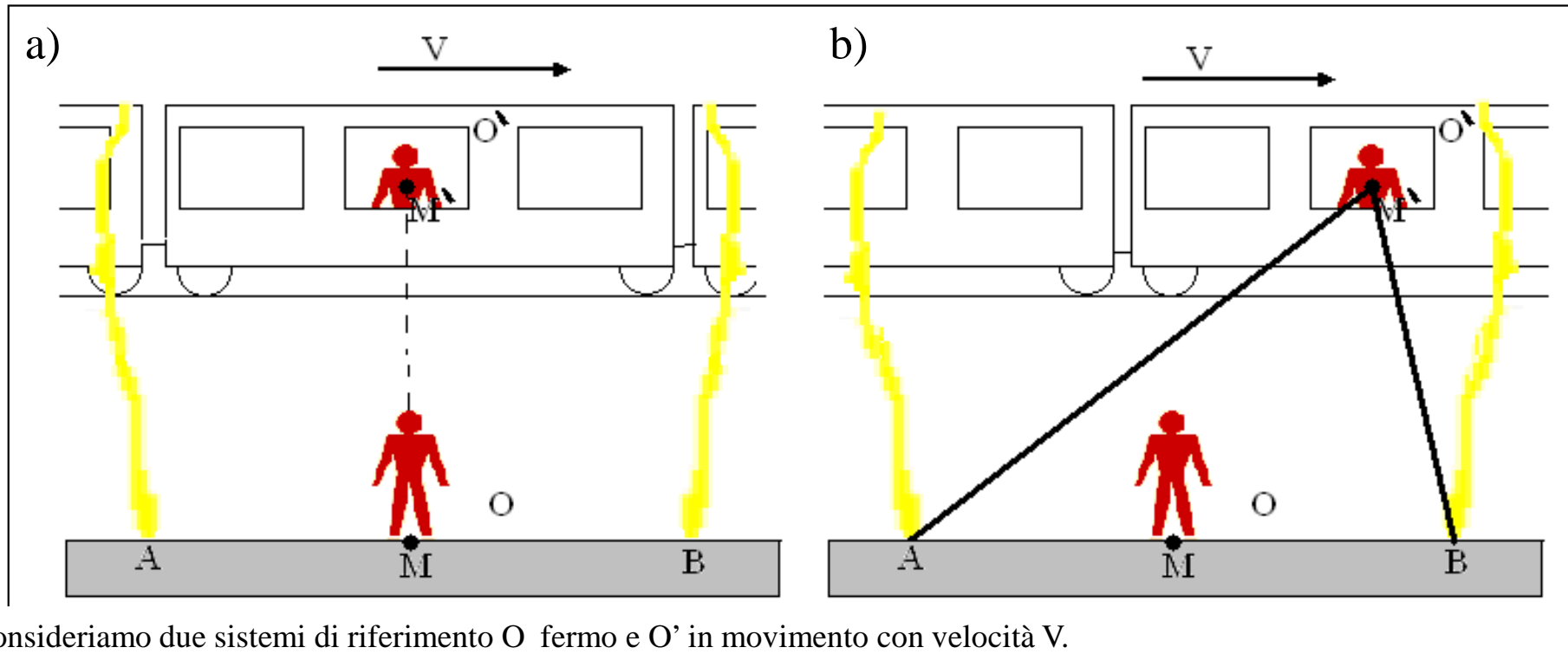
Simultaneità di due eventi luminosi rispetto a due punti



Consideriamo due punti A e B posti ad una certa distanza; due eventi luminosi, evento 1 ed evento 2, supponiamo due fulmini, scoccano contemporaneamente, rispettivamente a distanza d_1 e distanza d_2 rispetto ad A, con $d_1 = d_2$; per semplici considerazioni di cinematica un osservatore posto in A riceverà i due segnali luminosi degli eventi nello stesso istante ed affermerà che essi sono simultanei. Un osservatore posto in B invece poiché le sue distanze dagli eventi d_3 e d_4 sono differenti non vedrà tali eventi contemporaneamente, ma si accorgerà prima dell'evento più vicino (l'evento 2) in quanto la luce impiega meno tempo per percorrere la distanza più breve d_4 .

CONSEGUENZE DELLA RELATIVITÀ SUL TEMPO: IL NUOVO CONCETTO DI SIMULTANEITÀ (2)

Simultaneità di due eventi in due sistemi di riferimento inerziali, uno in moto rispetto all'altro.



Consideriamo due sistemi di riferimento O fermo e O' in movimento con velocità V .
In a) M e M' sono equidistanti dai punti A e B in cui cadono i due fulmine;
in b) poiché il treno viaggia verso destra, M' riceve prima la luce proveniente da B ,
in seguito quella da A e per lui i due fulmini non cadono a terra simultaneamente:
la luce impiega tempi diversi a percorrere le diverse distanze AM' e BM' .
Per l'osservatore fermo in M , invece, i due eventi sono simultanei, perché la
luce per raggiungere tale osservatore deve compiere un ugual tragitto $AM=BM$

La simultaneità si rivela essere un
concetto relativo dipendente dal
sistema di riferimento che si considera

- Se l'autentica costante dell'universo è la velocità c : “**spazio e tempo... si adattano secondo un meccanismo preciso di compensazione**, cosicché le osservazioni della velocità della luce producono sempre lo stesso risultato, al di là della velocità dell'osservatore stesso”
- **le coordinate temporali** di uno stesso evento, visto in due sistemi di riferimento inerziali in moto l'uno rispetto all'altro, **mutano**
- **le durate** di uno stesso evento **si differenziano** a seconda del sistema di riferimento che si consideri

NEL DETTAGLIO

consideriamo due sistemi di riferimento S in quiete e S' che si muove, di moto rettilineo uniforme, con velocità v ; se un osservatore solidale con S' misura un certo intervallo di tempo $\Delta t'$, un osservatore solidale con S misurerà quello stesso tempo con Δt .

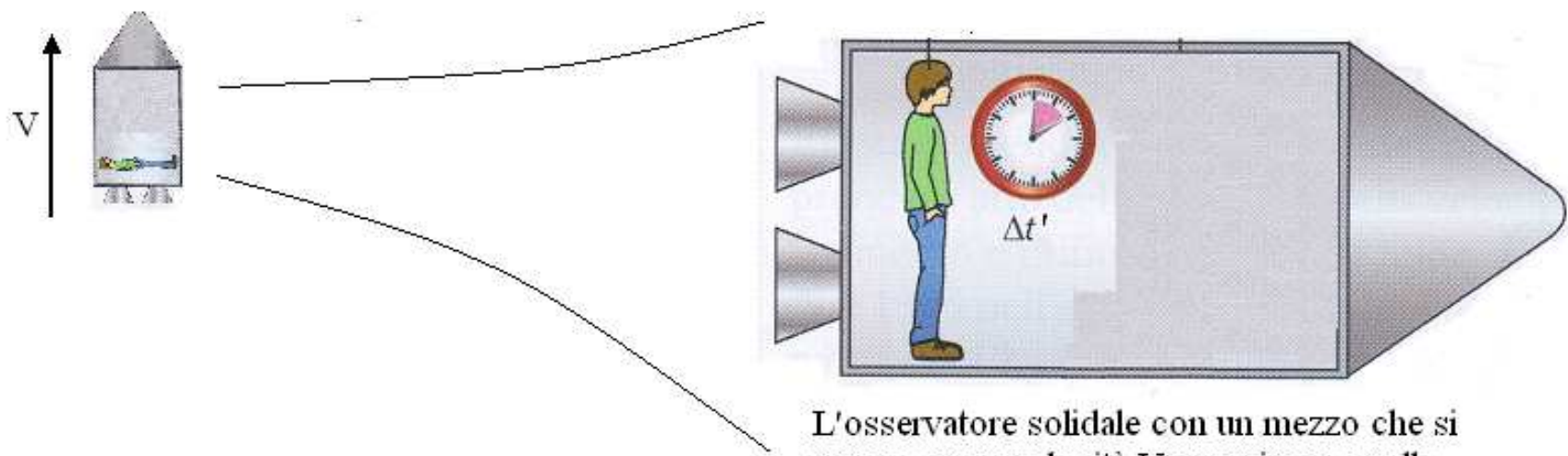
con $\gamma > 1$

Quest'ultimo intervallo risulta più lungo, dilatato.
La dilatazione è pari ad un fattore γ
ed in formule otteniamo:

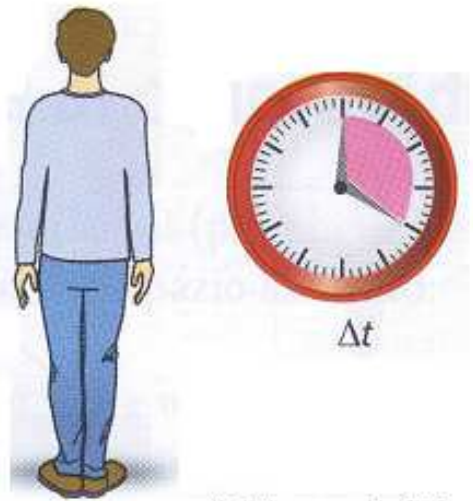
$$\Delta t = \gamma \Delta t'$$

Intervallo di tempo proprio

CONSEGUENZE DELLA RELATIVITÀ SUL TEMPO: LA DILATAZIONE DEI TEMPI (2)



L'osservatore solidale con un mezzo che si muove a una velocità V prossima a quella della luce misura un suo tempo $\Delta t'$

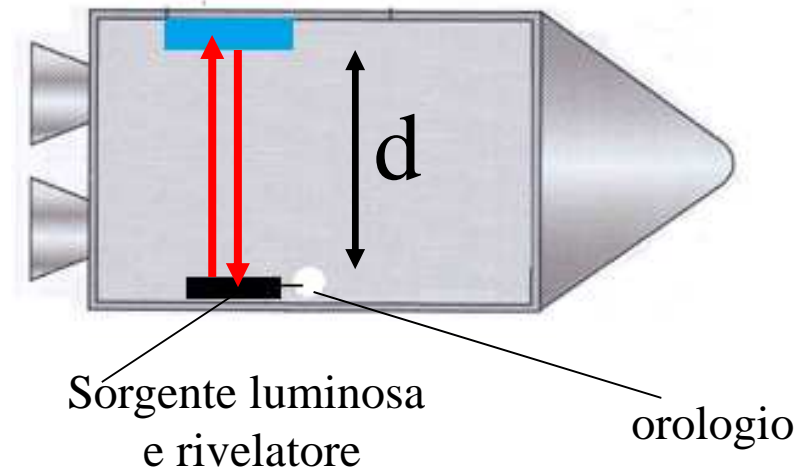


Un osservatore solidale con la Terra misura lo stesso intervallo di tempo con Δt

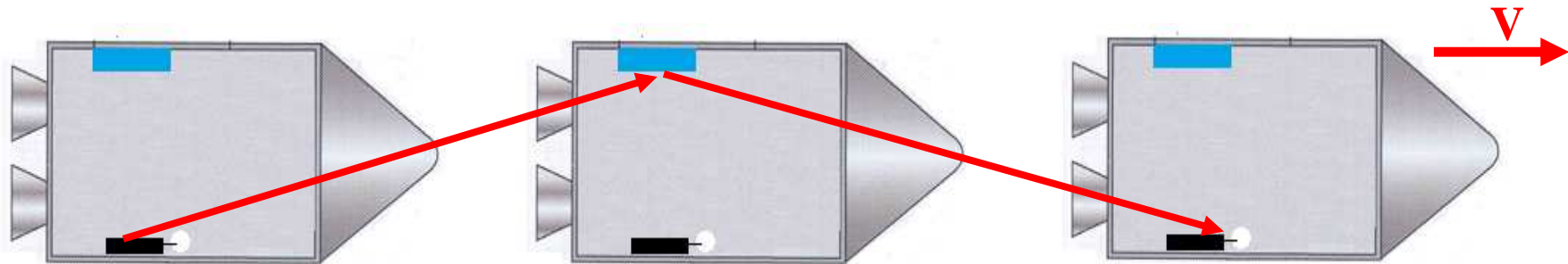
$$\Delta t = \gamma \Delta t'$$

Montiamo sull'astronave un orologio a specchi

Per l'astronauta il percorso del raggio di luce è $2d$ e il tempo di una andata e ritorno del raggio è $2d/c$



Per l'osservatore fermo sulla terra il raggio di andata deve coprire una distanza maggiore perché nel frattempo l'astronave si sta muovendo



Per l'osservatore fermo lo spazio percorso dal raggio di andata e ritorno è $S > 2d$, ma essendo c costante nei due sistemi, il tempo misurato dall'osservatore fermo è maggiore

CONSEGUENZE DELLA RELATIVITÀ SUL TEMPO: LA DILATAZIONE DEI TEMPI (3)

- Quello che accade è che se noi fossimo solidali ad un sistema il tempo in esso ci sembrerà scorrere in maniera “normale”, ma se potessimo vedere un orologio solidale ad un altro sistema di riferimento in moto rispetto a noi esso risulterebbe rallentato.
- Se, nel nostro sistema di riferimento, un qualsiasi oggetto si muove, il suo tempo ne risente rispetto ad un altro che è rimasto fermo, in particolare più la velocità dell'oggetto è prossima a quella della luce più il suo tempo risulta deformato

CONFERME SPERIMENTALI

Orologi atomici posti su un aereo e fatti viaggiare ad una velocità di un milionesimo di quella della luce mostrano, una volta rientrati a terra dopo un giro del mondo, un ritardo dell'ordine della decina di nanosecondi, rispetto ad identici orologi rimasti a terra.

L'esempio dei muoni. I muoni vengono prodotti da una trasformazione dei raggi cosmici nell'alta atmosfera, queste particelle hanno una vita media di circa $2\mu\text{s}$ e muovendosi alla velocità della luce dovrebbero percorrere nell'atmosfera solo altri 600m, invece riescono a percorrere fino a 15 km raggiungendo la Terra.

L'esempio di Einstein: lo stesso movimento secondo Einstein causa una deformazione temporale e nota come “un orologio a bilanciere che si trovi all'equatore terrestre deve camminare più lento di un importo assai piccolo rispetto ad un orologio fatto esattamente alla stessa maniera, e sottoposto per il resto a condizioni uguali, ma che si trovi a un polo terrestre.”²²”

La rappresentazione della realtà cambia

da punti in 3 dimensioni a ***eventi in 4 dimensioni***

Occorre una nuova tipologia di spazio geometrico

a 4 dimensioni ***lo spazio-tempo***

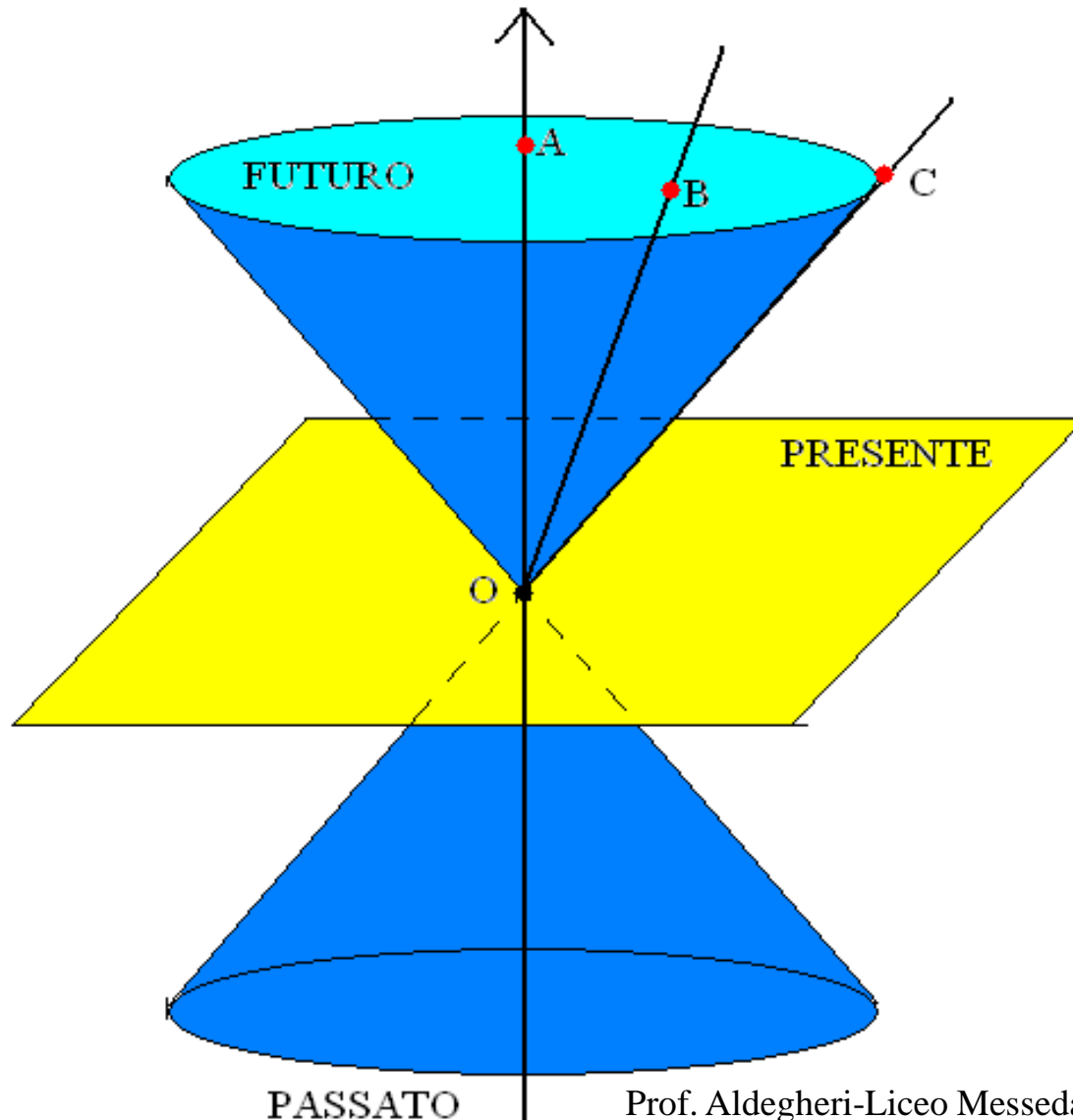
CONSEGUENZE

- la fusione dei concetti di spazio e di tempo in un'unica entità.
- spazio e tempo diventano un unicum unendosi “in un solo continuo indivisibile”
- non è una giustapposizione di tre dimensioni spaziali più una temporale

è la testimonianza di una proprietà del reale

“l'indissolubilità dello spazio e del tempo”

Rappresentiamo lo spaziotempo attraverso una visualizzazione semplificata a 3 dimensioni
2 spaziali e una temporale, con il cosiddetto cono di luce



A rappresenta il futuro di O se questo non si è mosso nello spazio;

B rappresenta il futuro di O se questo si è mosso ad una certa velocità;

C è il futuro di O se questo si è mosso alla velocità della luce

LA RELATIVITÀ GENERALE E LA SUA INFLUENZA SUL TEMPO

La ricerca di Einstein non è però conclusa...

...alcuni problemi rimanevano aperti come...

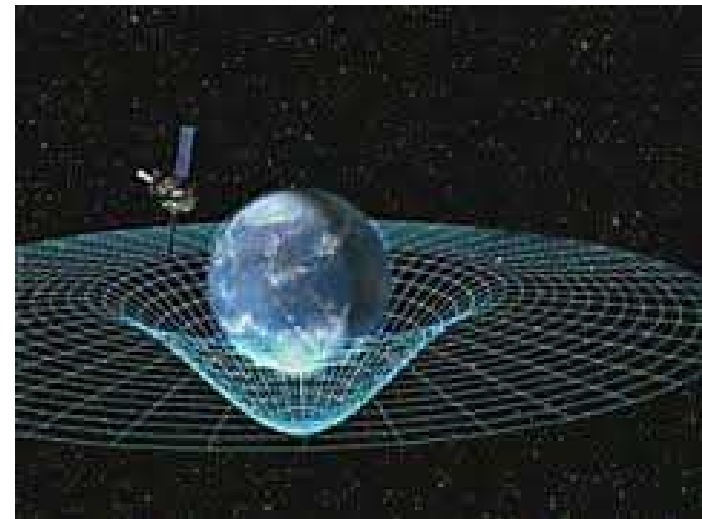
...l'inserimento della gravitazione nella teoria

Nel 1916 si perviene alla formulazione della relatività generale

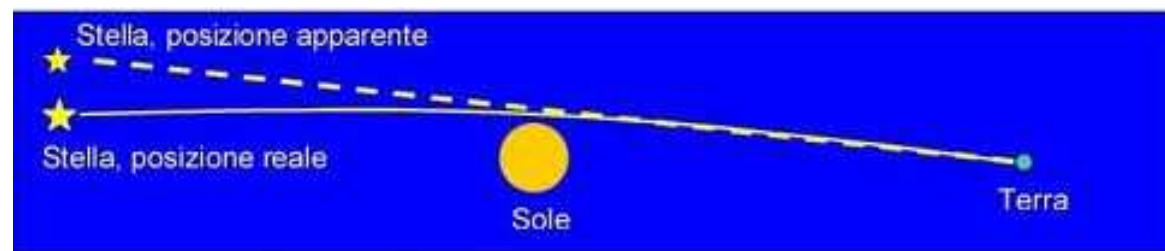
Vediamone le conseguenze sul tempo

La deformazione dello spaziotempo

Lo spaziotempo con cui rappresentiamo l'intero universo è influenzato dalla gravità
la geometria dello spaziotempo quadridimensionale è soggetta alla distribuzione della materia: la gravità è in grado di incurvare questo spaziotempo



Un effetto evidente è la deflessione di un raggio di luce passante vicino alla superficie di un corpo celeste.

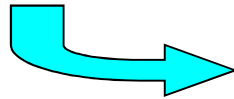


Il rallentamento gravitazionale del tempo

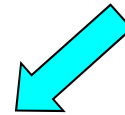
- il tempo scorre più lentamente nei pressi di una forza gravitazionale
- la deflessione di un raggio di luce vicino ad una massa comporta un rallentamento dello stesso che si esplica temporalmente in un tempo che scorre più lentamente
- “l’orologio cammina più lentamente quando è posto in prossimità di masse ponderabili”

Quindi...

La gravità ha la proprietà di rallentare il tempo



anche sulla terra, salendo di quota il tempo dovrebbe scorrere più rapidamente



Incredibilmente ciò equivale all’ammettere...

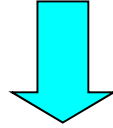
...che il tempo scorre più velocemente all’ultimo piano di un palazzo rispetto al primo



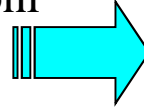
Accuratissimi esperimenti mostrano che ad un’altezza di circa 10.000 km vi è una discrepanza temporale apprezzabile rispetto alla superficie, misurabile in settanta parti su un milione

BERGSON E LA RELATIVITÀ

Nel 1922 Bergson pubblica “Durata e simultaneità”,
risposta filosofica alla nuova concezione del tempo relativistica



Nell'opera vengono affrontate non solo questioni
di senso, ma anche aspetti tecnici

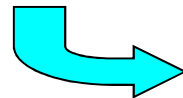


Innescando le reazioni di molti fisici
tra cui Becquerel e lo stesso Einstein

La polemica sull'oggettività

Bergson, elogia la teoria, ma vuole evidenziare una problematica riguardante il tempo
non sulle formule o sulle procedure di misura ma sulla sua oggettività

- L'oggettività descritta dalla scienza non è completa
la misura del tempo non esaurisce la sua oggettività
- Nell'oggettività deve rientrare anche una dimensione del vissuto perchè
tutto ciò che è vissuto è reale ma non è vero che tutto ciò che è misurato è reale



ogni misura, pur precisa, risulta almeno in parte illusoria

È messa in discussione l'efficacia quantificatrice
della scienza e il suo stesso apparato di oggettività

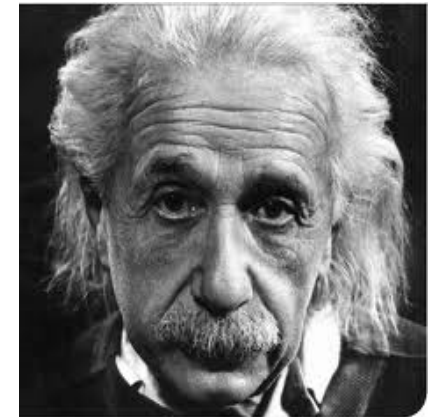
IL DIBATTITO BERGSON-EINSTEIN

- Il tempo scientifico è condizionato da quello vissuto, i due non si affiancano ma il primo è contenuto e dipende dal secondo
- È vero che ci sono tempi multipli ma ciò è vero in quanto il tempo è uno; un unico tempo che consente al suo interno la molteplicità della misura
- La durata nella sua totalità non può essere misurata, ne misuriamo solo l'aspetto quantitativo-simbolico: la sua misura non è corretta ma parziale



VS

- Non c'è un tempo fisico reale oltre a quelli molteplici della relatività, in quanto sono già essi il tempo reale
- I tempi multipli sono esattamente misurabili indipendentemente dal fatto che esista un tempo fisso, reale che li contenga tutti
- Il tempo soggettivo e il “qui e ora” vanno eliminati nella costruzione concettuale del mondo oggettivo



Bergson sostiene che per capire il tempo dal punto di vista fisico è necessaria una paradossale uscita dalla dimensione fisica, considerandolo anche e contemporaneamente come qualcosa che va oltre la misura

Per Einstein è inimmaginabile voler spiegare il punto di vista scientifico, uscendo dallo stesso; soggettivo e oggettivo non vanno confusi

Bergson ammetterà la sua difficoltà nel continuare il dibattito dopo l'emergere della relatività generale

IL TEMPO NELLA FILOSOFIA DEL PRIMO NOVECENTO

- Il tempo nella sua quotidianità risultava per nulla compreso
- Esso veniva considerato, ancora, solamente nella sua oggettività...
...qualcosa che sfuggiva e al quale ci si doveva adeguare

Gli orologi iniziano, nelle città, a scandire al minuto la vita dell'uomo, entrando prepotentemente negli ambienti di lavoro e domestici

Due correnti filosofiche tentano di affrontare la concezione di tempo...

...in un modo diverso e meno esteriorizzante

Fenomenologia  Husserl

Esistenzialismo  Heidegger

LA FENOMENOLOGIA DI HUSSERL E IL TEMPO

Fenomenologia: analizza la coscienza nel suo confronto con la realtà. Ciò che si manifesta di fronte alla coscienza sono i fenomeni, i quali diventano oggetti di studio.

Come viene percepito il tempo dalla coscienza?

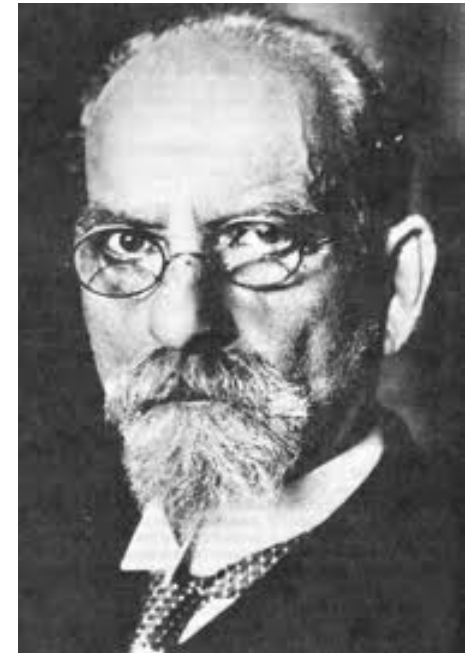
Bisogna partire dall'esperienza diretta

Husserl **parte dalla considerazione dell'esperienza dell'oggetto temporale** analizzandone durata e percezione da parte della coscienza

L'esempio del suono spiega il tempo

esso interrompe un silenzio iniziando, risuona, per poi spegnersi, in tre fasi che sembrano distinte ma sono intimamente connesse e consequenziali
noi abbiamo l'esperienza di un suono unico non istantaneo, una totalità che dura

- La **continuità pone le basi del sentire temporale** come flusso continuo
- La centralità del tempo sta nel **non poter slegare il flusso temporale da quello coscientiale...** il primo si intreccia al secondo generandolo
- Il tempo non è una proprietà della coscienza...
...esso ne costituisce il modo di vita e il suo compimento



Edmund Husserl 1859-1938

HUSSERL E LE DIMENSIONI TEMPORALI

IL PRESENTE ORIGINARIO

La dimensione originaria del tempo è il presente, in esso però si possono leggere anche le altre due. Ogni atto che percepiamo nel presente, nel presente è legato all'atto che lo precede e a quello che lo segue.

Il presente non è puntiforme, al suo interno contiene un'eco del passato e un'immagine del futuro

RITENSIONE E PROTENSIONE

La ritensione è quell'aspetto che corrisponde al nostro **essere ancora consci e consapevoli del momento temporale precedentemente** vissuto; esso non è esattamente il passato, ma l'immagine di esso che si proietta nell'attualità del presente, facendo parte del presente stesso.

La protensione consiste nell'anticipazione di una fase non ancora vissuta, ma in procinto di esserlo. Essa coesistente con la ritensione e con l'impressione presente ed è **un contenuto della coscienza atteso, non attuale**; tale protensione esprime una direzionalità dell'impressione presente che è ancora vuota, ma che si sta per riempire.

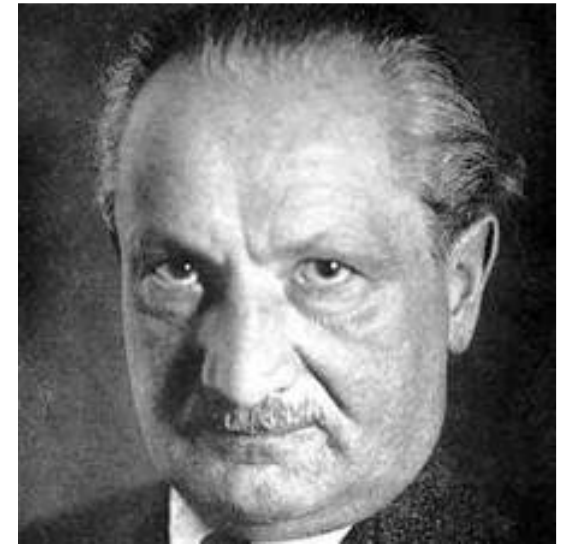
IL TEMPO IN HUSSERL

- Si delinea una temporalità continua,
- Il presente ha una funzione unificatrice e totalizzante del tempo
- Possiamo definire il **flusso di coscienza**, mediante l'associazione intima fra coscienza e temporalità

HEIDEGGER E LA CRITICA ALLA SCIENZA

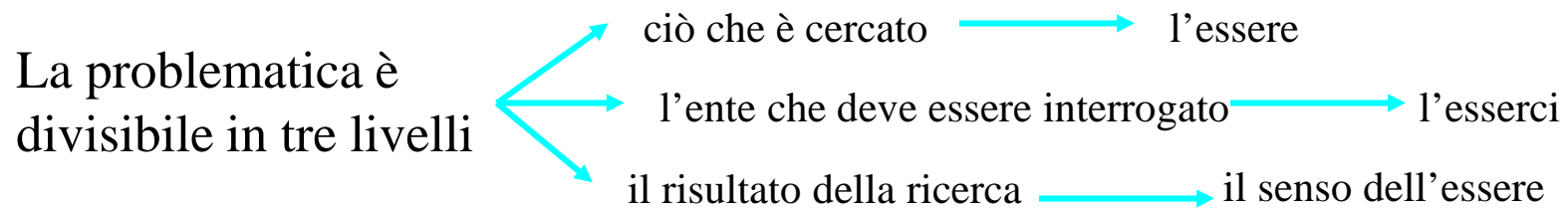
Heidegger riporta il tempo al centro della speculazione filosofica

- Prende le mosse dalla contrapposizione bergsoniana fra tempo della scienza e tempo della vita...
...ma va oltre tali determinazioni analizzando il senso del tempo della vita, ricercandolo nell'essere stesso
- La scienza ha ritenuto e ritiene il tempo solo uno strumento atto alla rappresentazione
in tal modo la scienza non ha dato ragione di ciò che usa e su cui si fonda
se la scienza non penetra il significato del tempo deve subentrare la filosofia
- Partendo dalla coscienza del tempo da un punto di vista fenomenologico, si giunge al **tempo nella sua temporalizzazione**, indipendentemente dagli oggetti temporali.
va superata la centralità del presente in una direzione interpretativa più ontologica
che si avvicina all'intima esistenza umana
tempo e temporalità vanno legate all'essere e all'esistenza



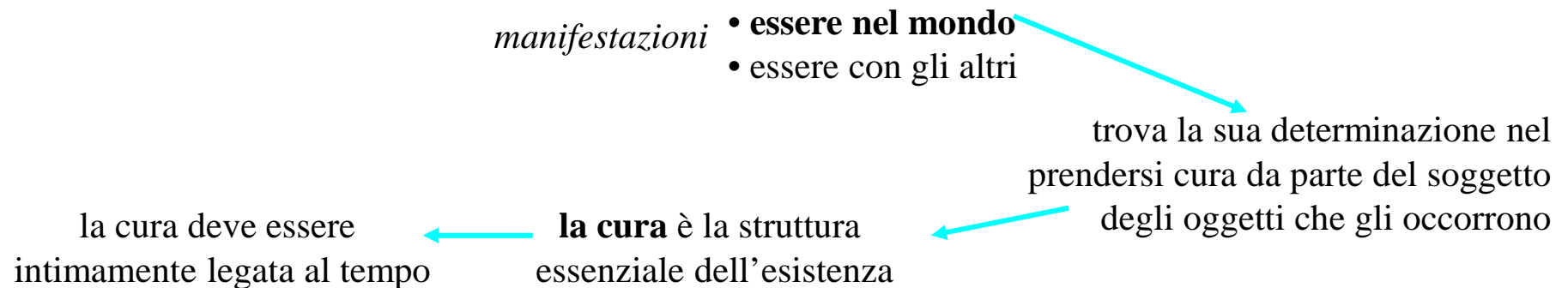
Martin Heidegger, 1889-1976

“ESSERE E TEMPO”, HEIDEGGER STUDIA IL SENSO DELL’ESSERE




ESSERCI, TEMPO E CURA

- **L'esserci** è il modo di essere dell'essere strettissimo legame tra esserci e tempo
perché la temporalità è il senso dell'esserci
- **il tempo** è ciò a partire dal quale l'esserci **interpreta l'essere**
è l'orizzonte di ogni comprensione dell'essere
- L'essere dell'esserci è **l'esistenza** *caratteri*
 - ha la possibilità di comprendere l'essere
 - essa stessa esprime la possibilità d'essere




L'unità originaria della cura risiede nella temporalità

solo a partire dalla temporalità si articola la cura e si determinano le strutture dell'esserci

La manifestazione autentica della temporalità è  **l'avvenire**
il senso autentico di questa dimensione è
l'essere per la morte

Vediamo meglio...

la modalità dell'esserci è la possibilità  la morte è la possibilità assoluta, la più autentica
(compimento essere e cessazione possibilità)

l'assunzione della morte come possibilità autentica è **l'anticipazione della morte**
comprensione intima e libera, fatta
propria da un atto decisionale responsabile:
la decisione anticipatrice della morte

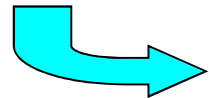
la temporalità, appena fondata, rappresenta il senso dell'esserci

la temporalità si proietta al futuro contenendo l'intera dimensione temporale dell'esserci

 *il tempo diventa l'elemento originario dell'esserci*³⁴

LA TEMPORALITÀ NEL QUOTIDIANO

Per verificare la costituzione della temporalità
essa va studiata anche nelle sue manifestazioni legate alla quotidianità

 trovandone determinazioni autentiche e inautentiche

LE DIMENSIONI TEMPORALI IN HEIDEGGER

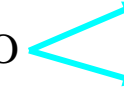
L'interpretazione temporale nella quotidianità non può che avviarsi dall'essere nel mondo
ciò avviene con tre modalità

 "i modi della temporalizzazione della temporalità"

Comprensione esistenziale fondamentale dell'esserci,

la sua temporalità è associata all' **AVVENIRE** 
autentico nell'anticipazione
inautentico nell'attesa

Situazione emotiva

si temporalizza nell'essere stato, nel **PASSATO** 
autentico nell'angoscia
inautentico nella paura

Deiezione

ha il suo senso esistenziale nel **PRESENTE** 
autentico nell'attimo
inautentico nella curiosità

Le tre dimensioni non sono separate e ognuna si situa nell'intera temporalità

“Essere e tempo”

Esserci → Esistenza → Cura

Temporalità → Avvenire → Decisione anticipatrice della morte

Per Heidegger la temporalità è un senso che si va determinando nelle sue diverse modalità che si riflettono poi nei possibili modi di essere dell'esserci:

“la temporalità non è un ente. Essa non è, ma si temporalizza”

Incompiutezza di “Essere e tempo”

L'elaborazione del rapporto fra essere e tempo è solamente impostata...
...quando l'opera si ferma

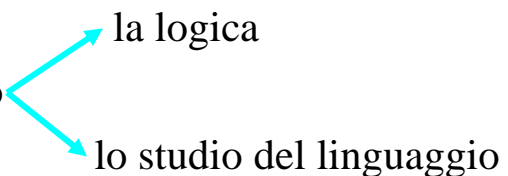
Dal risalire all'essere attraverso l'esistenza il filosofo passerà a studiare l'essere ponendosi direttamente nel punto di vista dell'essere stesso, in tale ottica il tempo non rappresenterà più l'orizzonte di comprensione dell'essere

Nel 900 gli approcci di studio sulla natura del tempo si ampliano...

...non vengono più considerati solo l'aspetto ontologico e gnoseologico

La corrente protagonista di un nuovo approccio filosofico alla realtà
e quindi anche al tempo è...

LA FILOSOFIA ANALITICA i cui principali strumenti sono



```
graph LR; A[LA FILOSOFIA ANALITICA i cui principali strumenti sono] --> B[la logica]; A --> C[lo studio del linguaggio];
```

Caratteristiche

- Analizzare le questioni imponendo un metodo di indagine rigoroso
- Affrontare le problematiche filosofiche da un punto di vista dimostrativo e logico
- Superare l'inadeguata metafisica con l'uso del linguaggio, come mezzo di indagine della realtà, attraverso la verità o la falsità del quale riusciamo empiricamente a descriverla

MCTAGGART E L'IRREALTÀ DEL TEMPO

McTaggart propone una riflessione sul tempo che ne vuole minare la sostanzialità

Tale riflessione diventerà la più influente...

...dando il via ad un dibattito che...

...ha generato le più moderne teorie sul tempo



John Ellis McTaggart,
1866-1925

Il fondamentale inizio dell'argomentazione di McTaggart:

le posizioni nel tempo possono essere di due tipi

ogni posizione è presente, passata, o futura

La serie che va dal passato remoto al futuro
attraverso il presente è chiamata

Serie A

le sue posizioni non sono permanenti

ciascuna posizione è prima di qualcuna
e dopo qualcuna altra

La serie di posizioni dal prima al dopo
è chiamata

Serie B

le sue posizioni sono permanenti

L'ARGOMENTAZIONE DI MCTAGGART

A è
fondamen-
tale

Entrambe le serie sono essenziali per la costituzione del tempo

La serie A rende atto del divenire

in quanto ogni mutamento è un mutamento delle caratteristiche degli eventi

La serie A è fondamentale: possiamo descrivere passato, presente e futuro, non spiegarli

Dobbiamo
postulare
il divenire

Passato, presente e futuro sono determinazioni reciprocamente incompatibili,
tuttavia sono possedute tutte da uno stesso evento

La difficoltà sembra risiedere nel linguaggio,

in quanto non c'è una forma verbale che comprenda i tre tempi insieme

Superiamo la difficoltà postulando il divenire e la sequenzialità delle 3 dimensioni

Contraddi-
zione

Così, però assumiamo l'esistenza del tempo per rendere ragione
del modo in cui i momenti sono passati, presenti e futuri

in cui il tempo deve essere presupposto per rendere ragione della
serie A la quale era a sua volta a fondamento del tempo

circolo
vizioso

Il tempo
non è
reale

L'applicazione della serie A alla realtà implica una contraddizione,

se la serie A non può essere applicata al reale

ne consegue che il tempo non può essere reale ³⁹

Il tempo in McTaggart

dalla constatazione che la percezione diretta, la memoria
e l'anticipazione della percezione sono stati mentali

nasce la credenza che la stessa percezione modifichi
le sue caratteristiche in una sorta di evoluzione

approccio empirico-cognitivista

con riferimento ad Hegel

privando il tempo di razionalità lo si priva di realtà

LA TEORIA A E LA TEORIA B

L'argomentazione di McTaggart è superata

l'irrealtà del tempo non è sostenuta dai filosofi analitici attuali

Essi, però, si dividono proprio secondo le due serie illustrate in teorici A e teorici B

Teoria A

- è basata sulla necessità della serie A
- ritiene fondamentale, per il tempo, il mutamento, che si ha proprio con la serie A
- vede il mondo come una serie di eventi che acquistano/perdono la proprietà di essere pass/pres/fut
- ha un carattere dinamico e tensionale (dipende dal tempo delle asserzioni)

Teoria B

- è basata sull'illusorietà della serie A
- il tempo è una successione di eventi connessi dalla relazione prima di/dopo di/simultaneamente a
- il tempo è un ordine di eventi preciso ed immutabile
- non c'è un punto di riferimento da cui giudicare gli eventi, tutti hanno lo stesso valore
- ha un carattere statico e atensionale (indipendente dal tempo delle asserzioni)

LE RISPETTIVE
CRITICHE

Per A B è paradossale perché non rende conto dello scorrere del tempo

Per B pass/pres/fut sono mere rappresentazioni mentali

41

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-
Verona-aprile 2015

La realtà del futuro

A: credono parzialmente nella libertà umana, ritenendo il futuro in parte irreali

B: la differenza tra ciò che è ora e ciò che è passato o futuro è analoga alla differenza spaziale tra ciò che è qui e ciò che è là

L'oggettività del divenire

A: il divenire è fondamentale e il presente ha un ruolo centrale, in esso si attualizzano gli eventi nella costituzione del tempo

B: il divenire è una costruzione di pensiero, nessun evento accade né smette di esistere; esiste solo una catena di fatti sempre nella stessa relazione tra di loro

La natura del mutamento

A: il mutamento è dovuto al fatto che gli eventi si assommano uno sopra l'altro; la totalità degli eventi è funzione del tempo

B: il mutamento è illusorio perché nessun nuovo evento entra a far parte del tempo; la totalità degli eventi non si accresce

Le due teorie giungono a descrizioni della temporalità molto diverse;

riprendendo un'antica contrapposizione nata con la filosofia greca possiamo affermare, con le parole del filosofo del tempo Mauro Dorato, che:

“ai giorni nostri, l'opposizione tra le filosofie dell'essere e del divenire si incarna... nella distinzione tra concezione atensionale e tensionale del tempo”

Il tempo, nelle discipline scientifiche, era rimasto *dall'epoca di Newton fino a Mach* ben ancorato ad una precisa ed univoca concezione che lo vedeva come assoluto, omogeneo e caratterizzato da un costante fluire

dopo l'esperienza di Einstein l'idea di tempo in campo scientifico aveva subito un notevole mutamento

ma se da un lato la relatività aveva dato nuove risposte
riguardo alla dimensione temporale
dall'altro facendone crollare la precedente immagine apriva nuove questioni

Il tempo che si credeva di conoscere
andava di nuovo studiato e capito

Nella fisica contemporanea, anche se innumerevoli progressi sono stati fatti nella comprensione della dimensione temporale, restano ancora molti punti di domanda sul suo essere e sulla sua estensione...

...in particolare *nella cosmologia e nella fisica delle particelle*

Tra le molteplici problematiche che riguardano il tempo e
gli ambiti della fisica moderna in cui esso entra

scegliamo di trattare una questione centrale che coinvolge
molti ambiti della fisica abbracciando l'intera fisica del 900

LA FRECCIA DEL TEMPO

Problematica che appare alla fine dell'800 con la
formalizzazione della termodinamica

e coinvolge poi l'intero scibile della fisica
dalla meccanica quantistica alla fisica
delle particelle e alla cosmologia

La termodinamica rompe la simmetria temporale

Alla metà dell'800 i concetti di calore, lavoro ed energia vengono perfettamente formalizzati nella termodinamica e nei suoi due principi

Conservazione dell'energia

L'impossibilità in natura di alcune trasformazioni

L'impossibilità testimoniava la non completa inversione temporale di alcuni fenomeni

In precedenza le equazioni e i principi della meccanica non avevano evidenziato una direzionalità preferenziale dei fenomeni

Le grandezze che descrivevano un sistema potevano essere invertite con un cambiamento di segno e il sistema poteva essere sempre determinato

Ora con il secondo principio della termodinamica viene rotta la simmetria data per scontata

→ la fisica sembra avere un senso preferenziale

Ulteriore conferma di quanto enunciato nel 2° principio venne dalla determinazione e dallo studio di una nuova grandezza l'**entropia**

Introdotta da Clausius nel 1865

Associata ad un sistema termodinamico l'entropia quantifica il calore scambiato da questo ad una certa temperatura

- l'entropia rende conto dell'evolversi di un sistema
- come l'energia può essere legata al 1° principio della termodinamica l'entropia ne interpreta il secondo



Nelle trasformazioni spontanee della natura l'entropia aumenta sempre

L'entropia dà un'immagine temporale dell'evoluzione del sistema

LA ROTTURA DELLA SIMMETRIA DELLE LEGGI FISICHE È COMPIUTA

- l'invarianza per simmetria temporale in fisica sembrava superata
- l'irreversibilità peraltro rende conto della realtà che ci sta sotto agli occhi

Gli scienziati credono di aver finalmente **legato speculazione scientifica e realtà**, motivando quello che appare a tutti: lo scorrere del tempo

Gli studi fatti fino ad allora in termodinamica erano per lo più sperimentali e mancava una rigorosa teoria matematica

Tale teoria arriva con **Boltzmann**

Studiando il comportamento delle particelle in maniera statistica, **l'entropia** di uno stato può essere **associata alla probabilità** che quello stato si realizzi

che interpreta statisticamente il 2° principio e l'entropia

Gli stati che non vediamo o i fenomeni che non si presentano in natura non si realizzano semplicemente perché **altamente improbabili**

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-
Verona-aprile 2015



Boltzmann ponendo le basi della **meccanica statistica** riporta la **termodinamica sotto il dominio della cinematica**

in quanto le leggi della meccanica statistica sono invarianti per inversione temporale

anche gli studi di Boltzmann evidenziavano come l'entropia, di un sistema, deva, comunque, sempre aumentare



Ludwig Boltzmann
1844-1906

L'ulteriore passo per eliminare totalmente l'asimmetricità della coordinata temporale fu fatto dal matematico francese **Poincaré** con il **teorema della ricorsione**,



maggiore è il numero delle particelle considerate maggiore è il tempo richiesto per ristabilire l'assetto iniziale

un insieme finito di particelle che costituiscono un sistema ritorna necessariamente al suo stato iniziale dopo un determinato tempo

si può mostra che il ciclo che fa tornare allo stato iniziale un insieme costituito da qualche decina di particelle richiede una durata superiore a quella che secondo le stime attuali corrisponde all'età dell'universo

Meccanica e termodinamica risultano invarianti rispetto al tempo

...e le altre branche della fisica?

L' **elettromagnetismo** formulato da Maxwell non indica
una preferenza temporale nelle equazioni

Chiamiamo onde ritardate quelle che procedono avanti nel tempo
onde anticipate quelle in grado di retrocede nel tempo

Vediamo la quasi totalità di onde ritardate che trovano ragione nella
di nuovo per considerazioni statistiche meccanica statistica quantistica

Nella **meccanica quantistica**,
dove le particelle possono essere descritte da un formalismo ondulatorio
e dove le grandezze sono legate ad una loro determinazione probabilistica

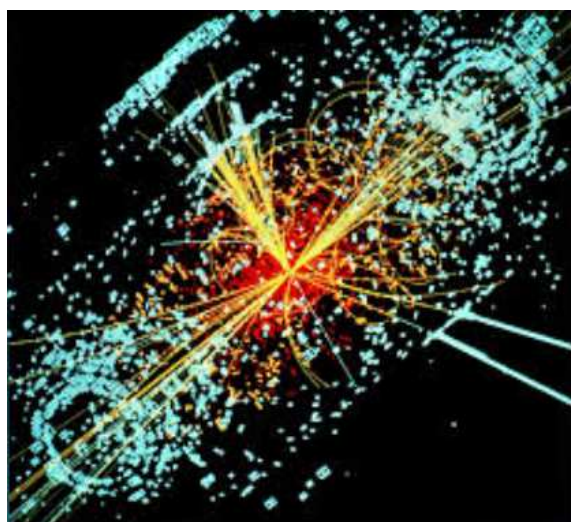
la funzione d'onda di Schrodinger è simmetrica rispetto all'inversione temporale

→ Nella meccanica quantistica la **questione temporale risulta di complessa** trattazione in quanto
il **passato rimane avvolto da una fondamentale incertezza** che lo dipinge come una combinazione
probabilistica delle possibili alternative che hanno portato alla misura presente

I progressi della meccanica quantistica e gli studi della fisica nucleare portano a maturazione una nuova branca della fisica, **la fisica delle particelle**

È in questo ambito che **Pauli** dimostra che **ogni interazione fisica è invariante rispetto all'operatore T**, che esegue l'operazione di inversione temporale

La fisica sembra giunta ad una rigida assiomatizzazione della simmetria temporale, quando, come spesso avviene nella scienza, qualcosa cede



Fitch e Cronin verificano che **una particolare particella non rispettava**, nelle sue interazioni, **la simmetria temporale**

Basta un solo processo che non conferma l'inversione temporale rende nullo il principio di reversibilità



poiché si introduce una seppur minima capacità di distinzione tra futuro e passato

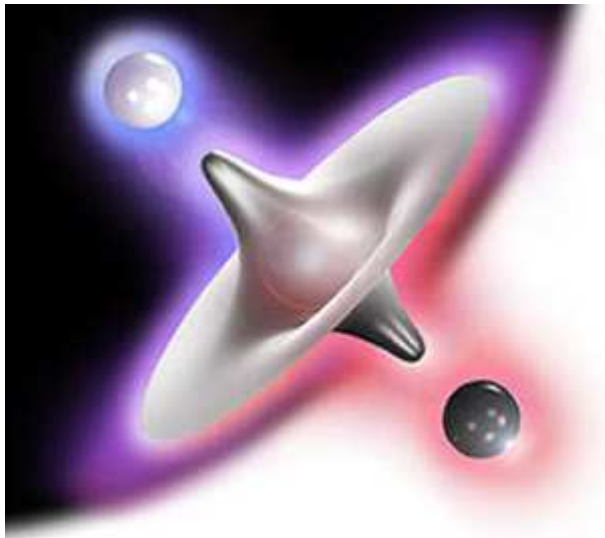
Lo studio della fisica particellare è lontano dall'essere completo



..e una prova definitiva della asimmetria temporale non è ancora definitivamente trovata

In cosmologia?

La possibile rottura della simmetria vista
risulta significativa negli studi cosmologici



La perfetta simmetria temporale prevederebbe infatti
una uguale presenza di materia e antimateria a fronte
invece dell'evidenza sperimentale vista finora
della prevalenza della materia

Le questioni concernenti l'origine,
la fine e l'età dell'universo ineriscono al
concetto di tempo in maniera pregnante

Le risposte, ora come millenni fa,
possono essere al più abbozzate
rifacendosi a previsioni mai
totalmente verificabili



La scala temporale umana agisce come elemento contingente alla ricerca
che non consente di andare oltre ad alcuni tentativi teorici di spiegazione

Diverse prove scientifiche testimoniano come l'evoluzione del cosmo possa essere fatta risalire ad una singolarità spaziotemporale

Teoria del big bang

Si configura una direzione temporale determinata, che discrimina tra futuro e passato

Una **FRECCIA COSMOLOGICA** sembrerebbe dunque esistere

..ma la comunità scientifica non è totalmente d'accordo con questa affermazione...

...e a tutt'oggi i cosmologi sono incapaci di motivare precisamente la consistenza di tale freccia



Non si può infatti escludere nell'avvenire una involuzione dell'entropia che veda il suo diminuire rispetto al suo aumentare

Le più moderne teorie non escludono che:

→ la realtà in cui stiamo vivendo sia un'infinitesima parte di un'evoluzione simmetrica nel tempo,

→ il nostro stesso universo sia semplicemente una manifestazione di un multiverso perfettamente simmetrico rispetto al tempo

Lo stesso Stephen Hawking sostiene che...

..considerando le scale dimensionali con cui ci troviamo a ragionare,



non possiamo escludere che ci siano regioni o momenti in cui la freccia si inverte sancendo una simmetria globale,

→ essendo tali momenti non compatibili con la vita come la conosciamo

→ nè sarebbero osservabili da civiltà simili a quella umana



se non ci fosse freccia o l'universo si contraesse invece di espandersi non ci sarebbe neppure il genere umano ad interrogarsi sulla freccia

In conclusione

possiamo affermare che contrariamente all'esperienza quotidiana della **FRECCIA PSICOLOGICA**, dove emerge l'irreversibilità dei fenomeni, le leggi della fisica, esplicitate in innumerevoli equazioni, rispettano una precisa simmetria per inversione temporale

questo non implica una totale inversione del tempo in sé, indica che se gli eventi accadessero esattamente al contrario non ci sarebbe da sollevare la minima obiezione,



tale comportamento sarebbe consentito, al più improbabile

La freccia del tempo che viviamo non trova una definitiva ragione nella scienza



e questa incapacità porta le leggi fisiche a non poter distinguere fra passato e futuro

Questo indica che lo strumento che noi utilizziamo per studiare la realtà non solo non è intimamente influenzato dal tempo, ma può agire indifferentemente ad esso, funzionando ugualmente


Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-

Verona-aprile 2015

D'altra parte dopo la teoria della relatività generale a rigore non si può riconoscere **un'evoluzione dimensionale** nel solo tempo, ogni evento, semplicemente, esiste **nello spaziotempo** e l'unica cosa reale è proprio lo spaziotempo nella sua totalità

Rifacendosi alle considerazioni dello stesso Einstein:

“la distinzione tra passato, presente e futuro è solo un'illusione anche se ostinata”



Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-
Verona-aprile 2015

*Grazie per
l'attenzione*