



# L'EVOLUZIONE DEL CONCETTO DI TEMPO DA KANT AD EINSTEIN

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-  
2017

## L'INNOVATIVA CONCEZIONE DI TEMPO IN KANT

Il pensiero del filosofo tedesco Immanuel Kant si configura come un punto di rottura nella storia della filosofia



Egli vuol superare il rigido atteggiamento dogmatico presente in metafisica sottoponendo l'intero campo della conoscenza ad un giudizio critico



lo strumento privilegiato sarà la **critica della ragione** mirante a determinare le condizioni, le possibilità e i limiti della conoscenza umana

### *Il tempo in Kant...*

Il tempo svolgerà un **ruolo di primissimo piano nel pensiero di Kant** diventando uno degli elementi reggenti della sua intera teoria conoscitiva



Kant sconvolgerà i concetti precedenti sul tempo osservando l'idea di temporalità da un punto di vista completamente nuovo ed innovativo



Per Kant **il tempo è “una forma pura dell'intuizione sensibile”**, cioè, una forma costituente del nostro pensiero, insita in esso, attraverso la quale interpretiamo i fenomeni che ci si presentano nel momento di una esperienza



Immanuel Kant,  
1724-1804

## Il tempo nella *Dissertatio* del 1770

Nella dissertazione “Forma e principi del mondo sensibile”

- Il metodo critico kantiano non è ancora messo completamente a punto
- Il tempo invece viene già considerato in una maniera nuova che starà alla base delle opere future

*Secondo Kant noi non percepiamo la realtà esterna come essa è di per sé ma la adattiamo, durante il processo conoscitivo, ad alcune forme preesistenti in noi grazie alle quali possiamo comprenderla: queste forme sono lo spazio ed il tempo*

- La rappresentazione del tempo non scaturisce dai sensi, ma è da questi presupposta
- Ciò che penetra nei sensi, sia esso simultaneo o successivo, può essere considerato solo attraverso la mediazione del tempo
- La successione non produce il concetto di tempo ma riposa su di esso
- Ciò che la paroletta ‘dopo’ significa, lo capisco solo se il concetto di tempo la precede

1) Il tempo non è una struttura ordinatrice che impariamo a conoscere attraverso l’esperienza, è...


**... una forma del pensiero propria della nostra mente,**



**alla quale le percezioni si adeguano per entrare nel novero delle nostre conoscenze**

- 2) È la forma del tempo, insita in noi che ci fa parlare di un prima o di un dopo, non sono i fenomeni esterni che avvenendo prima e dopo ci instillano la nozione di successione

### *Rivoluzione del pensiero*

- Si inverte il punto di vista sul tempo che passa **dall'essere considerato un'entità derivata, all'essere un'entità derivante**  cioè dalla quale dipendono le nostre considerazioni sugli oggetti e sulle manifestazioni esterne
- Saranno **le esperienze che dovranno per forza passare attraverso la categoria temporale** prima di giungere codificate a noi...  
...non le esperienze a generare il concetto di tempo

“il tempo non è nulla di oggettivo e reale, né una sostanza, né un accidente e neppure una relazione...”  
“...bensì è una condizione soggettiva, necessaria, in virtù della natura dello spirito umano, per ordinare ogni sensibile in una successione secondo una legge determinata”

- **Contro i precedenti:** Descartes, Leibniz e Hume

Kant propone un tempo come forma soggettiva a priori  
della nostra percezione indispensabile per interpretare il reale

## La “Critica della ragion pura”

Nel 1781 Kant pubblica la “Critica della ragion pura”...

...dove l’attuazione della sua metodologia criticista raggiunge l’apice edificando un solidissimo sistema esplicativo della facoltà conoscitiva umana



Nel testo troverà piena maturazione una vera e propria **dottrina del tempo**

La “Critica della ragion pura” si propone lo scopo di individuare e **studiare i meccanismi della costruzione della conoscenza**



Questa nostra capacità per Kant si articola in **tre facoltà** caratteristiche che sono

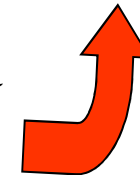
la sensibilità, per mezzo della quale gli oggetti ci sono dati attraverso i sensi, → “Estetica trascendentale”,

l’intelletto, mediante il quale pensiamo i dati sensibili, usando dei concetti → “Analitica trascendentale”

la ragione, che cerca di spiegare la realtà mediante le idee → “Dialettica trascendentale”



nella prima parte della Critica denominata “Dottrina degli elementi”, Kant analizza separatamente queste tre facoltà nelle rispettive sezioni:



## IL TEMPO NELL'ESTETICA TRASCENDENTALE

Nell' "Estetica trascendentale" Kant studia la sensibilità

la sensibilità recepisce i contenuti esterni per mezzo di intuizioni

**Intuizioni empiriche**  
dipendenti dalla  
sensazione

**Intuizioni pure**  
prive del riferimento  
alla sensazione

esistono solo due forme dell'intuizione sensibile,  
definibile come principi della conoscenza a priori

**LO SPAZIO**

**IL TEMPO**

- Spazio e tempo sono **forme della sensibilità preesistenti nella nostra mente** che hanno il valore di categorie interpretative dei fenomeni che possiamo cogliere grazie alla sensazione
- Al di là però della sensazione, spazio e tempo non spariscono in quanto, essendo forme proprie dell'intelletto ed antecedenti ad ogni esperienza, sono i percorsi obbligati delle nostre rappresentazioni

### **Su spazio e tempo Kant fonda il punto di partenza del suo sistema**

Nell' "Estetica trascendentale" la trattazione del tempo viene suddivisa in due tipi di esposizione

● **metafisica**, teorico-generale

● **trascendentale**, indirizzata

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-

agli aspetti scientifici

2017

# L'esposizione metafisica del tempo

La prima esposizione elenca cinque punti caratterizzanti il concetto di tempo

## 1) “Il tempo non è concetto empirico, ricavato dall’esperienza”

- comprendiamo parole e nozioni come prima e dopo perché **abbiamo già la concezione del tempo** in noi
- **la contemporaneità** o il susseguirsi di due eventi **non potrebbe neppure essere percepita** dai sensi se non fossimo a conoscenza del loro significato e tale significato riposa solo nel concetto di tempo, che quindi li deve precedere
- il tempo non può che risultare una forma a priori che deve essere presupposta ai nostri ragionamenti, caratterizzandoli. **Solo conoscendo già il tempo** e avendo nella nostra mente una struttura temporalizzatrice **possiamo collocare qualcosa nel tempo**

## 2) “Il tempo è una rappresentazione necessaria, alla base di tutte le intuizioni”

- **il tempo** come forma a priori dell’intuizione **è qualcosa di necessario** in quanto senza il suo operare, non potrebbero giungerci le immagini dei fenomeni, ordinate secondo una precisa disposizione ed in determinati rapporti
- **solo attraverso il tempo è possibile la realtà dei fenomeni** e se questi sparissero il tempo, comunque, rimarrebbe come condizione della loro possibile esistenza
- il tempo è un quadro di **riferimento imprescindibile** e del quale non si può fare a meno nella teoria della conoscenza, altrimenti non si potrebbe neppure parlare di processo conoscitivo

3) **“Su questa necessità a priori si fonda anche la possibilità di principi apodittici dei rapporti di tempo, o assiomi del tempo in generale. Esso ha una sola dimensione”.**

- **dalla necessità del tempo ricaviamo altri principi a loro volta necessari**, su di esso e sul rapporto fra le sue parti. Anche tali principi non possono essere tratti dall'esperienza; essi valgono come legge prima dell'esperienza permettendoci di osservarla, non ci vengono forniti da questa.
- **il tempo ha un'unica dimensione** poiché diversi tempi non possono coesistere insieme, ma sono successivi.

4) **“Il tempo non è un concetto discorsivo o universale, ma una forma pura dell'intuizione sensibile”**

- qui Kant dà precisamente la sua **definizione di tempo** come forma mentale a priori
- **il tempo non è discorsivo** in quanto noi non lo astraiano dalla constatazione di varie durate, ma intuiamo i vari tempi come parti dello stesso tempo, avendo come presupposto un'immagine originaria, e quindi pura, di tempo

5) **“L'infinità del tempo non significa se non che tutte le quantità determinate di tempo sono possibili solo come limitazioni di un tempo unico, che stia a loro fondamento”.**

- Kant non lega l'infinità del tempo a una potenziale divinità
- la rappresentazione originaria del tempo non può essere data con delle limitazioni
- il fatto che le parti del tempo si possano cogliere solo come limitazione di una certa entità fornisce una prova a favore dell'**apriorità del tempo**, infatti la rappresentazione conglobante delle durate parziali non può fondarsi su concetti parziali, ma deve essere data da un'intuizione immediata

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-2017



## In questa esposizione sul tempo gli scopi di Kant sono:

- Argomentare la **caratteristica aprioristica del tempo** mostrando come esso sia legato all'intuizione
- **Opporsi alla visione empirista di Locke e Hume** negando l'empiricità del tempo: la nozione di tempo non può essere ricavata dall'esperienza, ma è esattamente l'opposto, essa va presupposta per poter comprendere una qualsiasi esperienza
- **Opporsi alla visione concettualistica di Leibniz**: il tempo non è un concetto che esprime relazione tra gli oggetti; la sua natura non è discorsiva, la sua natura è intuitiva.

## L'esposizione trascendentale del tempo

I concetti di cambiamento e di movimento derivano dalla rappresentazione del tempo

“Solo nel tempo, ossia una dopo l'altra, possono incontrarsi  
insieme in una cosa due determinazioni opposte contraddittorie”

→ Il tempo permettendoci la comprensione del movimento **è alla base di un gran numero di conoscenze** proprio grazie alla “teoria generale del moto, che non ne è poco feconda”

l'apriorità del tempo e dello spazio, possono essere viste come il fondamento di una scienza sintetica a priori base a sua volta di altre scienze particolari: **la matematica**

→ Le intuizioni pure di spazio e tempo forniscono l'appoggio alle costruzioni matematiche. In particolare Kant individua le **associazioni: spazio → geometria e tempo → aritmetica**

L'aritmetica si basa proprio sulla successione e sull'aggiunta di qualcosa per ottenere qualcosa di diverso; la successione è un concetto che dipende dall'intuizione del tempo,

l'aritmetica sarebbe impossibile senza il tempo  
Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-2017

## I tre corollari

### a) “il tempo non è qualcosa che sussista per se stesso”

➔ Kant si esprime apertamente **contro la soluzione assolutista di Newton**

Il tempo non può essere un'entità indipendente da qualsiasi altra realtà oggettiva altrimenti sarebbe solo un recipiente vuoto che privato dei suoi oggetti continua ad esistere

Qualcosa di reale senza un riferimento alla realtà non ha alcun senso

➔ **Il tempo non può precedere gli oggetti come determinazione e ordine**

↓ **degli stessi**, alla maniera di una condizione oggettiva

La dimensione del tempo è esclusivamente la condizione soggettiva attraverso la quale si verificano in noi tutte le intuizioni ➔ solo in questa maniera, relativa al soggetto pensante possiamo considerare il tempo come forma dell'intuizione a priori che sta prima degli oggetti

### b) “Il tempo non è altro che la forma del senso interno, cioè dell'intuizione di noi stessi e del nostro stato interno”.



Dopo il tempo come forma pura dell'intuizione, caratterizzazione che per altro divideva con lo spazio, questa di tempo come forma del senso interno è

una definizione molto significativa del tempo

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-

- Il tempo **è alla base dei nostri stati interni** e del loro disporsi uno di seguito all'altro
- Non vengono implicate concezioni psicologiche,  
tuttavia il tempo **diventa il protagonista del sentire umano**
- Il senso interno si riferisce all'intuizione di noi stessi quindi all'**interiorità** e all'**interiorizzazione** che, ora, sono completamente equiparati alla temporalità
- Il tempo scandisce il susseguirsi dei processi conoscitivi che avvengono in noi,  
identificandosi con tale **evoluzione intima**
- Il **senso interno è contrapposto al senso esterno**, identificato dallo spazio,
- Il senso interno come successione temporale può essere  
rappresentato mediante **una linea retta infinita**

**c) “Il tempo è la condizione formale a priori di tutti i fenomeni in generale”**

Lo spazio è la forma pura delle intuizioni esterne e il tempo di quelle interne

Kant riserva **al tempo una priorità** fra i due

i fenomeni, rappresentino essi un qualcosa di esterno o un qualcosa di interno, devono appartenere, come modificazioni dello spirito, al senso interno e quindi al tempo

**“universalmente: tutti i fenomeni in generale, cioè tutti gli oggetti dei sensi, sono nel tempo, e stanno fra di loro necessariamente in rapporti di tempo”**

**il tempo congloba in se stesso lo spazio** configurandosi come maniera universale  
per mezzo della quale intuiamo, percependo, il mondo nella sua totalità

## Oggettività e soggettività del tempo

- Il tempo è una struttura mentale che ci permette di comprendere i fenomeni che sono immagini della realtà a noi esterna; esso **non è oggettivo rispetto alla realtà esterna, rimane solo una condizione soggettiva della nostra intuizione**
- Se separiamo il tempo dalla nostra sensibilità esso sparisce, **“esso non appartiene agli oggetti stessi**, ma semplicemente al soggetto che li intuisce.”
- Tuttavia **un aspetto oggettivo rimane** al tempo, quello riferito ai fenomeni che la nostra intuizione apprezza, rispetto ad essi il tempo è necessariamente oggettivo

## Empiricità e idealità del tempo

- Non vi è esperienza provata dalla sensazione che non sia soggetta al tempo
- Il tempo non ha un'esistenza assoluta, esso è ideale poiché si riferisce solo all'interpretazione che noi diamo dei fenomeni

## La temporalità

- **Il tempo** non è solo il mezzo con cui lo spirito agisce interpretando ma **è il principio** stesso **attraverso il quale lo spirito modifica sé medesimo**
- **Il tempo** oltre che quadro mentale attraverso il quale devono passare le manifestazioni dei fenomeni **è lo stesso modificare sé stesso caratteristico dello spirito**, determinandosi come autoaffezione dello spirito.
- **Questa separazione in due dell'animo in sé e nel suo stesso cambiamento**, che rimangono comunque vincolate in un'unica entità, non avviene in qualche particolare istante di tempo, ma **costituisce esattamente l'origine autentica della temporalità**

Nell'“Analitica trascendentale” Kant concentra la sua attenzione sulla facoltà dell'intelletto e sulle sue determinazioni: i concetti.


- Nell'“**Analitica dei concetti**”, vengono elencati e legittimati quei particolari concetti a priori, detti **categorie**, che stanno alla base della nostra mente e forniscono le regole mediante le quali l'intelletto può pensare un qualsiasi oggetto
- Come, tali categorie di pensiero, possono venir applicate, nella pratica, ai fenomeni?

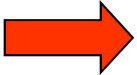
Nella sezione “**Analitica dei principi**” viene trovata la soluzione

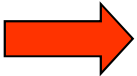
  
 che coinvolgerà direttamente il tempo

- Il termine medio fra il carattere sensibile delle intuizioni e quello intelligibile delle categorie

è identificato nell'**immaginazione produttiva**

  
una facoltà che ha per oggetto le intuizioni e che è in grado di operare un primo livello di sintesi di natura concettuale.

 **L'immaginazione** lavora esclusivamente sulla dimensione della temporalità e **consente la trasformazione delle intuizioni sensibili in concetti intellettivi**, mediante una loro caratterizzazione temporale.

 Tale immaginazione elabora **utilizzando particolari schemi**, ciascuno dei quali non è altro che una specifica struttura temporale costituita da particolari regole, che consentono di concettualizzare, completando il passaggio da intuizione a concetto

- L'intelletto non potendo agire direttamente sugli oggetti, agisce su di essi indirettamente tramite il tempo e attraverso diverse modalità temporali condiziona la loro intelligibilità



Questo condizionamento avviene attraverso l'applicazione degli schemi, appunto, determinazioni del tempo organizzate su precise norme

“**lo schema**...è un prodotto trascendentale dell'immaginazione, riguardante la determinazione del senso interno in generale, secondo le condizioni della sua forma (il tempo)”

- Ogni concetto potrebbe avere uno schema, gli schemi più importanti sono quelli riferibili alle categorie, essi vengono chiamati: **schemi trascendentali**

“determinazioni a priori del tempo secondo regole” che “si riferiscono secondo l'ordine delle categorie alla serie del tempo, al suo contenuto, al suo ordine e finalmente all'insieme del tempo rispetto a tutti gli oggetti”

- Gli schemi trascendentali sono l'interpretazione temporale delle categorie
- Le categorie possono essere ricondotte tutte ad una modalità temporale
- Gli schemi sono determinazioni del tempo secondo regole e tali regole sono dette **principi puri dell'intelletto**

Il tempo si configura come unica grande categoria che rende atto della maniera di funzionare della mente; solo una diversificazione dei vari aspetti del tempo rende ragione dei fondamentali modi di pensare

- Ognuna delle dodici categorie kantiane può essere letta in linguaggio temporale

Secondo le quattro tipologie in cui sono distinte le categorie

- alla **quantità** è associata la successiva addizione numerica nel tempo
- alla **qualità** è legata l'intensità della presenza nel tempo dei fenomeni
- alla **relazione** sono collegati gli aspetti di contemporaneità e successione
- alla **modalità** sono connesse l'esistenza in un tempo determinato e l'esistenza in ogni tempo

- Kant si sofferma molto sulla trattazione di queste corrispondenze, e divide i principi puri dell'intelletto in 4 gruppi

**Assiomi dell'intuizione      Anticipazioni della percezione**

**Analogie dell'esperienza      Postulati del pensiero empirico in generale**

- È nella sezione relativa alla relazione, le "Analogie dell'esperienza", che si identificano i tre modi fondamentali del tempo: la permanenza, la successione e la simultaneità

- Su di essi si basa l'intera rete della temporalità poiché sono:

“tre regole proprie di tutti i rapporti di tempo tra i fenomeni, secondo le quali l'esistenza di ciascuno di questi può essere determinata in rapporto all'unità di tutto il tempo, precederanno ogni esperienza, e la renderanno primieramente possibile”

→ Tutte e tre le modalità poggiano sul senso interno

→ **La determinazione basilare del tempo è la permanenza** che primeggia sulle altre due determinandole

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia- “Solo nel permanente dunque sono possibili i rapporti temporali”<sup>15</sup>

## KANT E IL TEMPO

- Partendo da una puntuale critica alle visioni sul tempo precedenti

Kant costruisce un nuovo e **originale concetto di tempo**

- Il tempo non è più qualcosa di oggettivo ed esterno dato dall'esperienza, da Dio o a noi comunque preesistente

è qualcosa che è proprio e **caratteristico della mente umana** e del suo modo di percepire e pensare

- Il tempo sta esattamente alla base della teoria della conoscenza

adattando le immagini della realtà esterna a forme per noi comprensibili

- Kant colloca il tempo completamente **nell'ambito della soggettività**: non una soggettività del singolo al pari di un'affezione o di un proprio punto di vista, ma una soggettività universale, perché caratteristica della specie umana nella sua totalità

- il tempo è posto come **forma pura, a priori, dell'intuizione**, diventando lo strumento con cui ci rapportiamo alla realtà

- l'identificare il tempo con il **senso interno**, alla base dunque del nostro intero sentire, ci dice poi come il tempo risulti la categoria interpretativa principe del percepire

- Stando alla base dell'intera percezione intuitiva e del senso esterno, **il tempo primeggia sullo spazio**

- La temporalità funge da **guida per l'intera strutturazione del sistema categoriale**

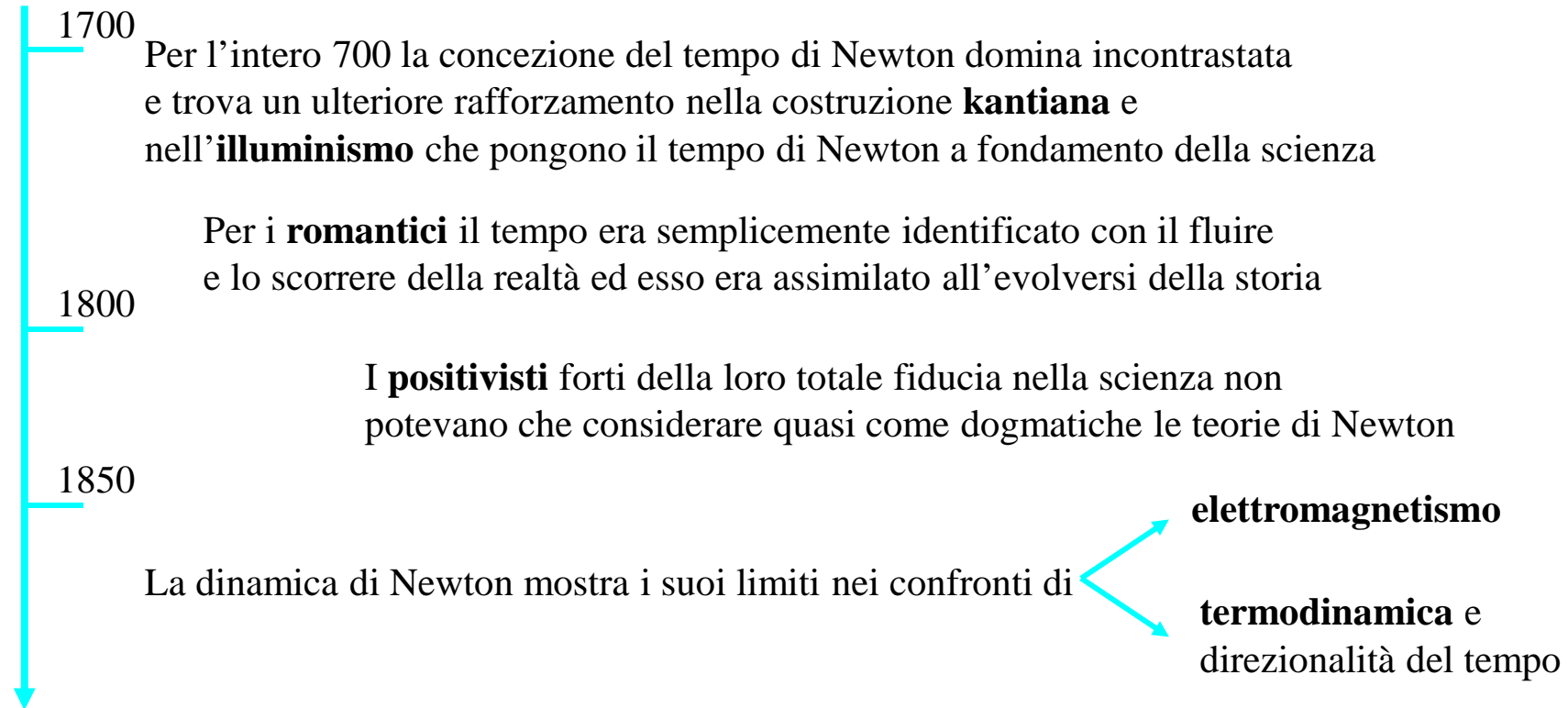
- Il tempo, costituisce **il cardine della sensibilità e il fulcro dell'intelletto**. Si evidenzia così che il tempo è presente sia all'inizio del percorso conoscitivo sia nel suo proseguo.



**La dottrina del tempo di Kant appare solidissima e consistente**



## 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-

17

2017

## *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 se 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

## BERGSON E LA CRITICA ALLA CONCEZIONE SPAZIALE DEL TEMPO

### 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

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

### TEMPO E SOCIETÀ

**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

## 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:

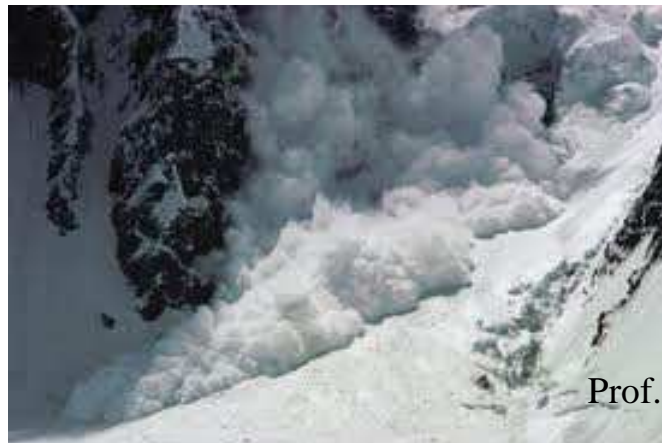


“il tempo che devo aspettare non è più infatti il tempo matematico che può applicarsi a tutto il corso della storia del mondo materiale.....  
.....è un tempo che coincide con la mia impazienza”

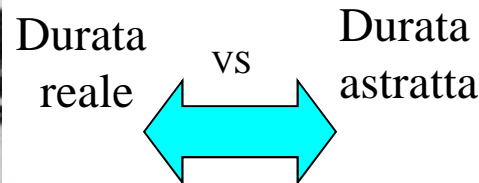
**il tempo concreto è solo uno:** quello psichico della vita che s'incarna nella durata, l'altro è una sua oggettivazione che costituisce solo un aspetto della temporalità, che erroneamente generalizziamo

**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

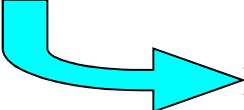
Mettono seriamente **in crisi la costruzione newtoniana** della fisica e quindi della realtà



## 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

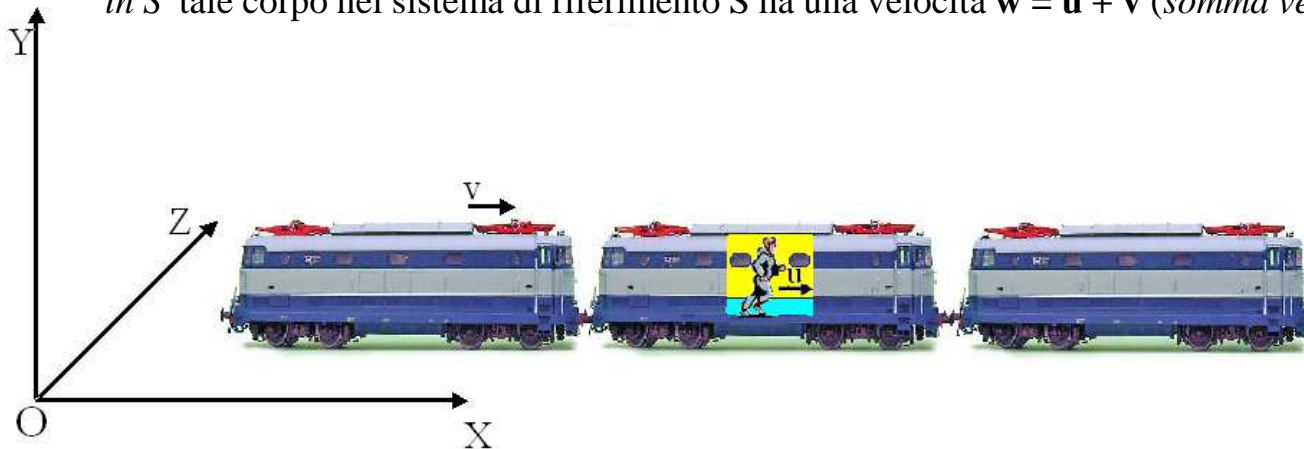


## LA TEORIA DELLA RELATIVITÀ RISTRETTA

- 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*)

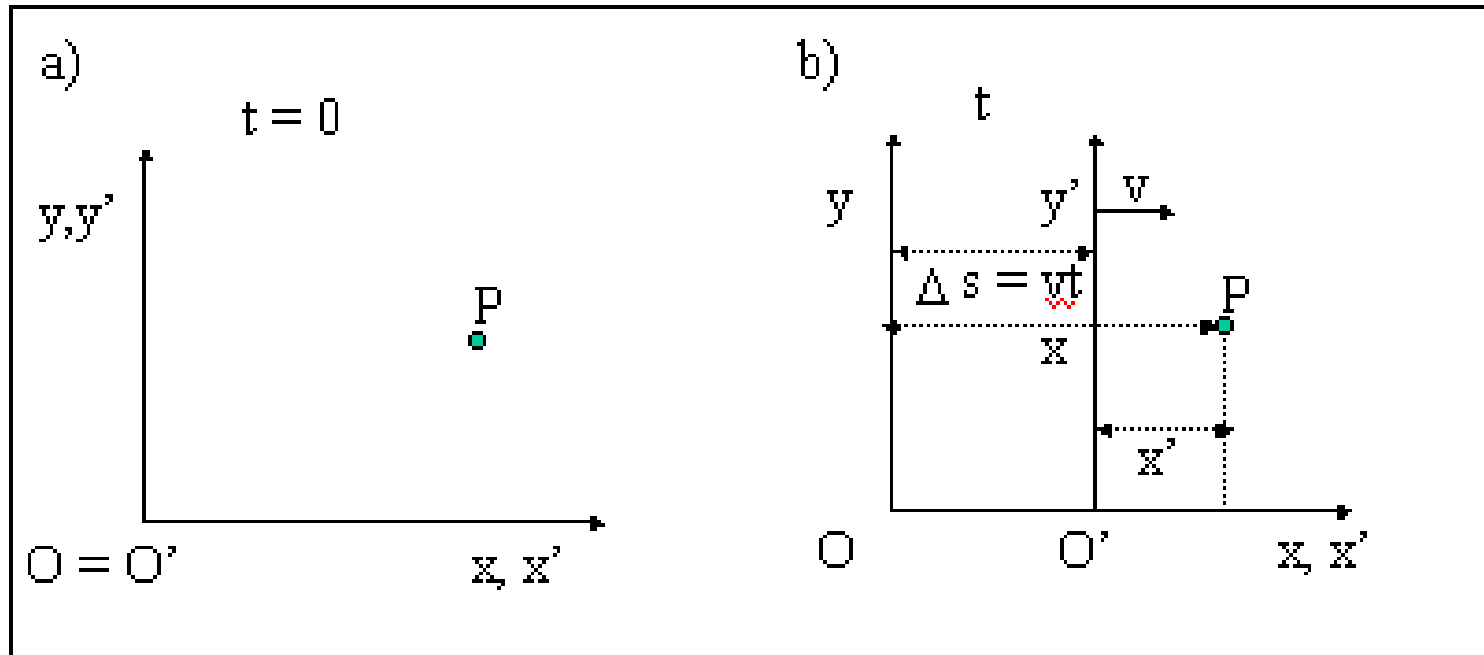


Se il treno si muove con velocità  $v$  rispetto al sistema fermo  $S$  con origine in  $O$ , un uomo che corre a velocità costante  $u$  rispetto al treno avrà una velocità  $w=v+u$  rispetto a  $S$

# La relatività galileiana

Consideriamo due sistemi in moto relativo.

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

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

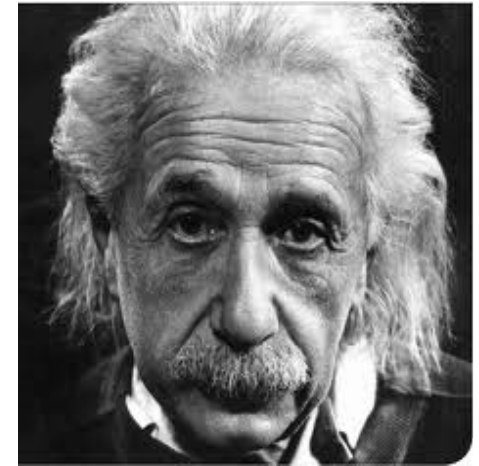
### Problema

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-

## 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  $\gamma$  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.

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-2017

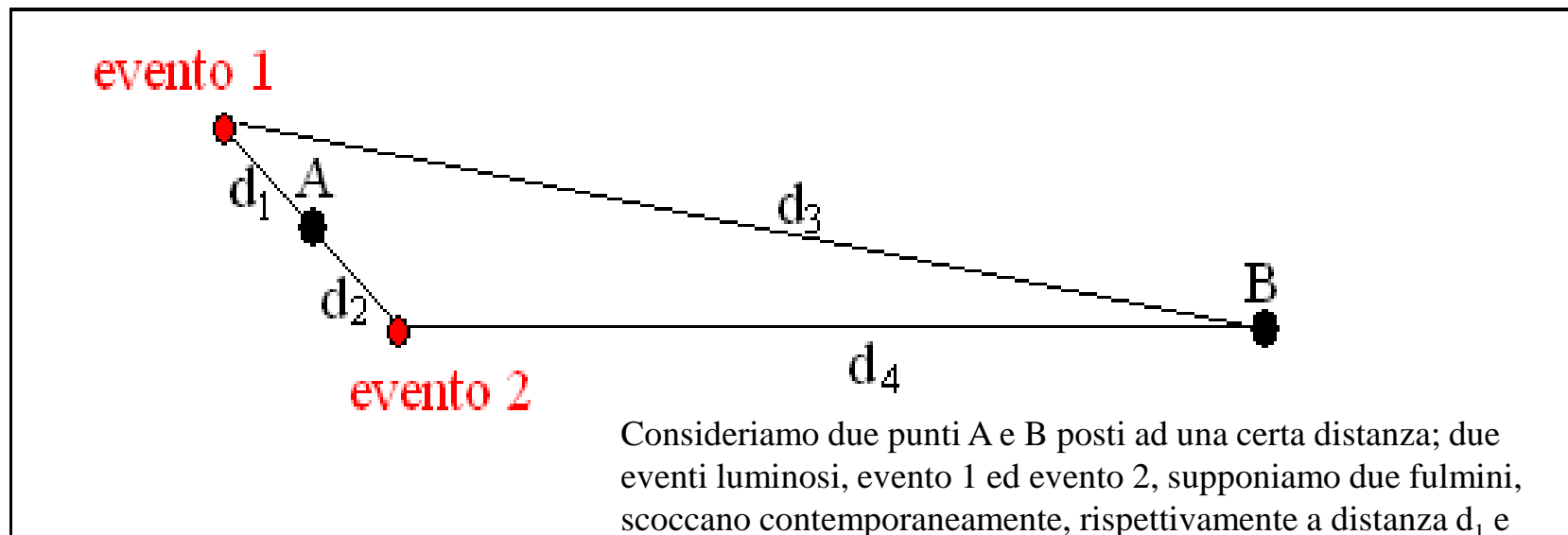
Se in natura esiste una **velocità limite** il suo valore deve essere lo stesso in tutti i sistemi di riferimento inerziali, diversi sistemi inerziali in moto relativo non possono discriminare sul valore della velocità limite

## 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”

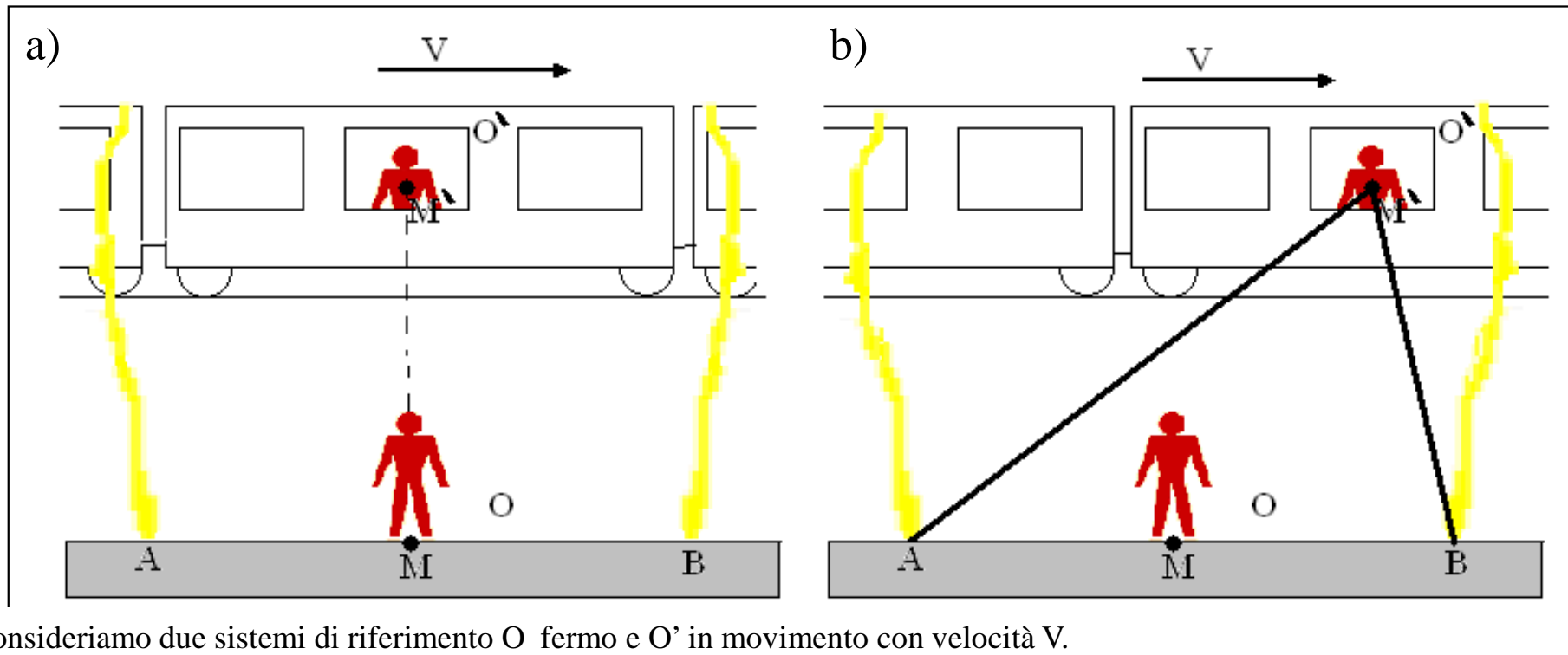
### Simultaneità di due eventi luminosi rispetto a due punti



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  $\Delta t$ .

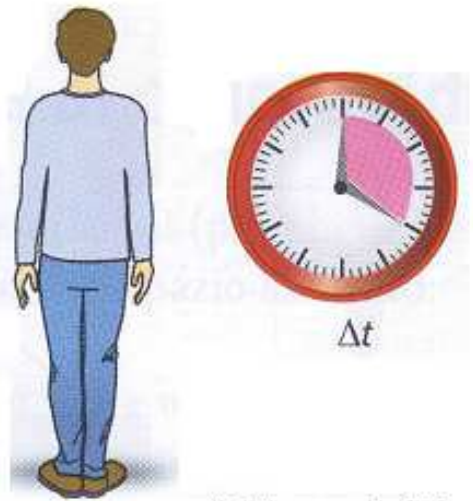
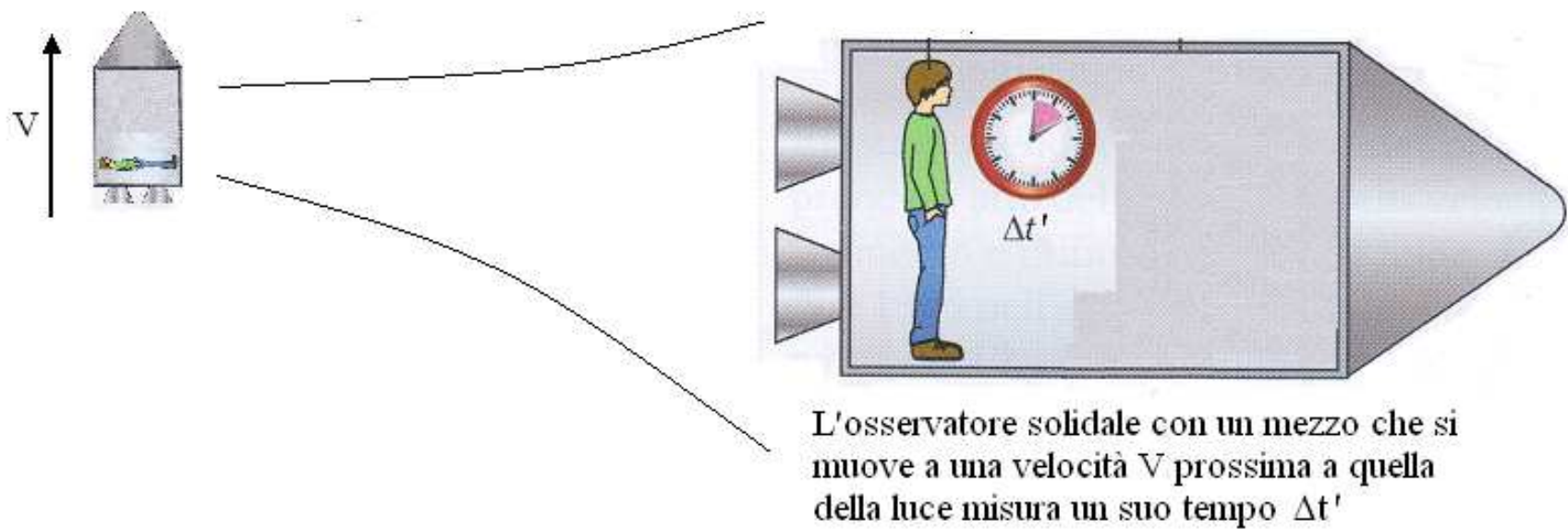
con  $\gamma > 1$

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

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

Intervallo di tempo proprio

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

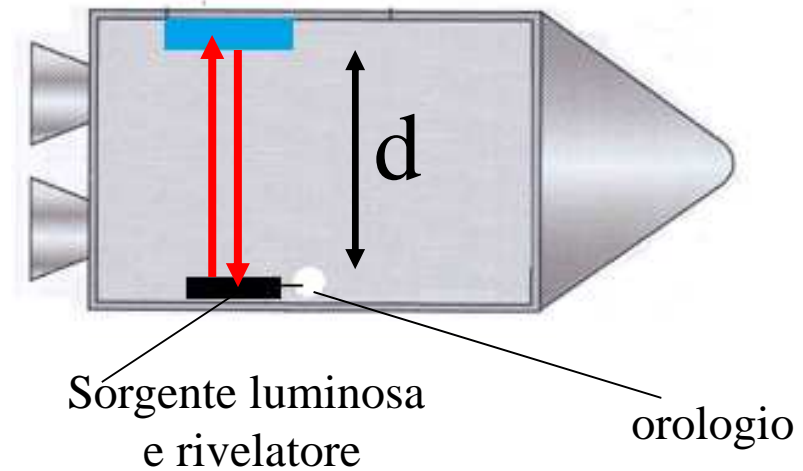


$$\Delta t = \gamma \Delta t'$$

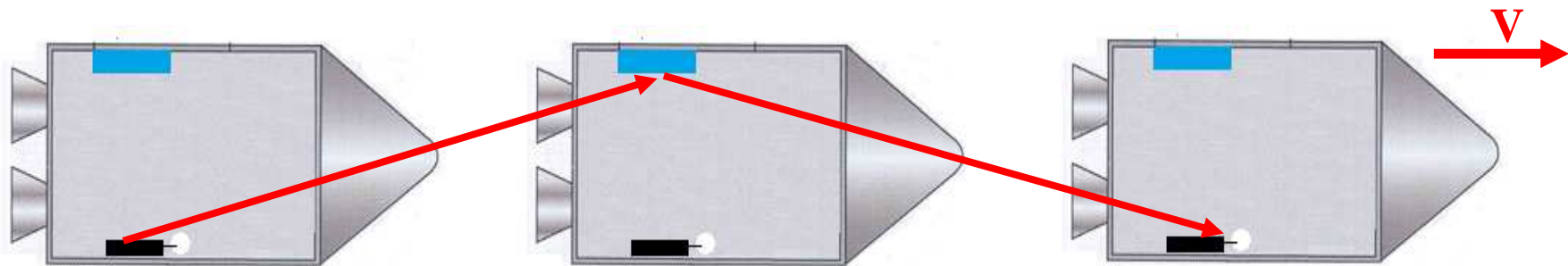
Un osservatore solidale con la Terra misura lo stesso intervallo di tempo con  $\Delta t$

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.”<sup>36</sup>

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***

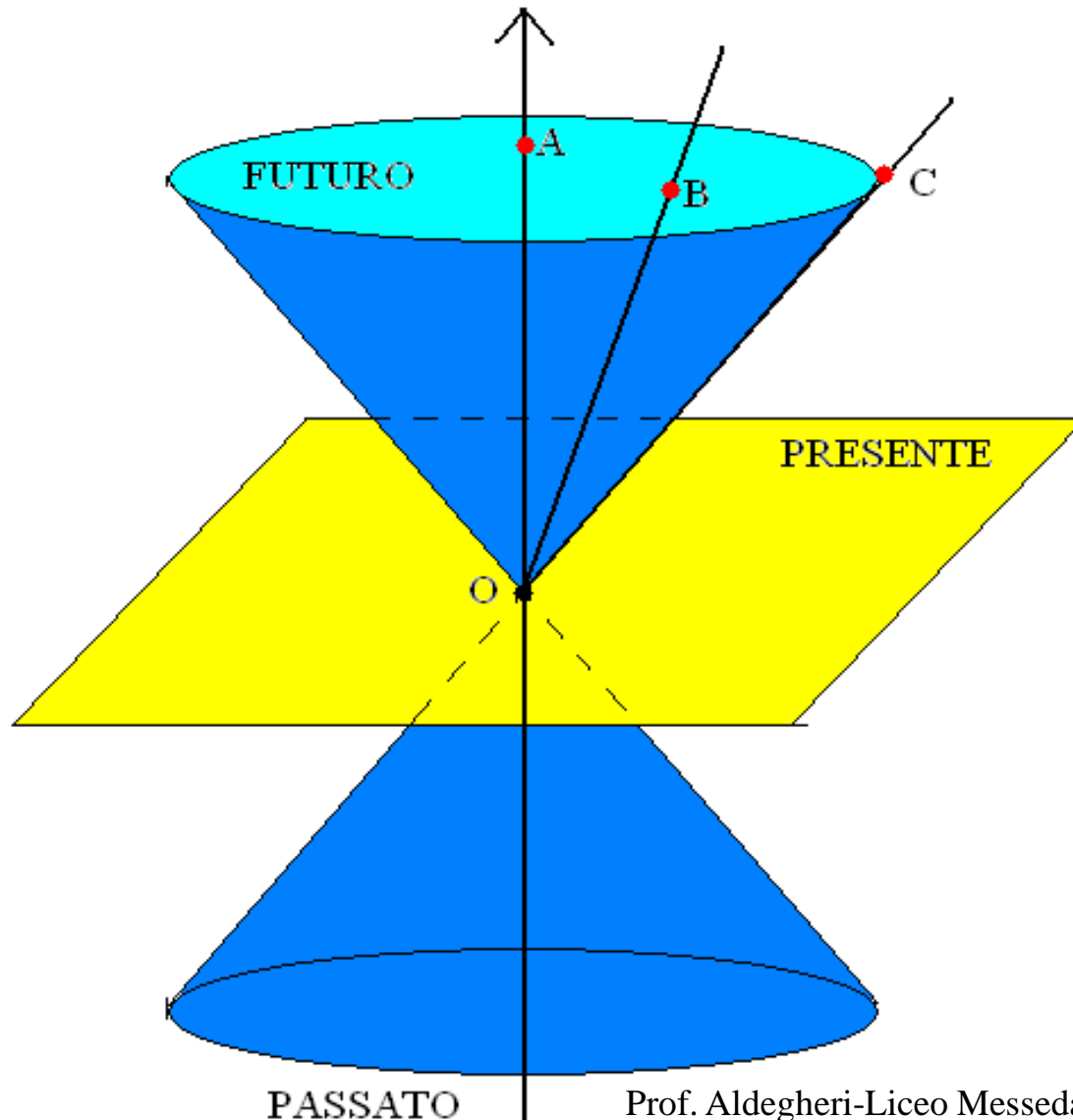
#### CONSEGUENZE

- 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...

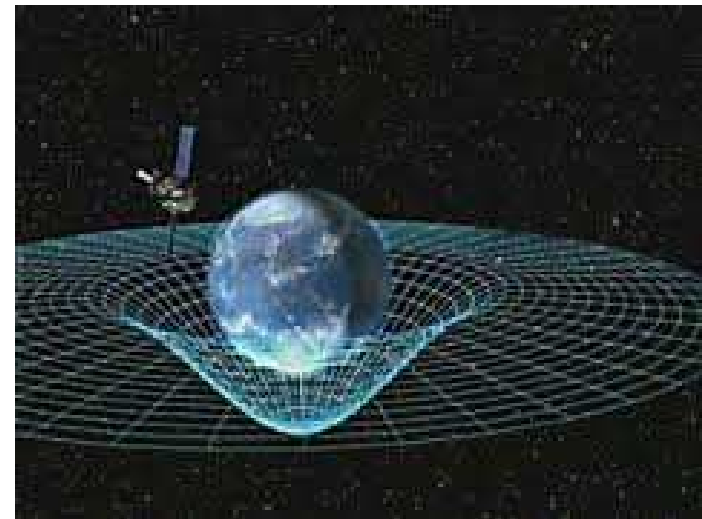
...l'inserimento della gravitazione nella teoria

Nel 1916 si perviene alla formulazione della relatività generale

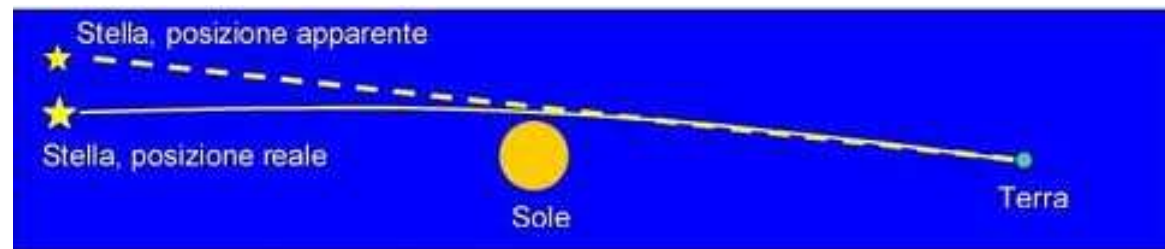
### *Vediamone le conseguenze sul tempo*

#### 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.

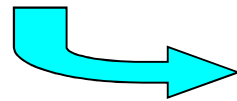


## Il rallentamento gravitazionale del tempo

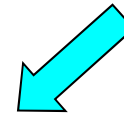
- il tempo scorre più lentamente nei pressi di una forza gravitazionale
- la deflessione di un raggio di luce vicino ad una massa comporta un rallentamento dello stesso che si esplica temporalmente in un tempo che scorre più lentamente
- “l’orologio cammina più lentamente quando è posto in prossimità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

### *Quindi...*

La gravità ha la proprietà di rallentare il tempo

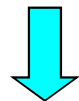


anche sulla terra, salendo di quota il tempo dovrebbe scorrere più rapidamente



Incredibilmente ciò equivale all’ammettere...

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

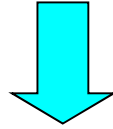


Accuratissimi esperimenti mostrano che ad un’altezza di circa 10.000 km vi è una discrepanza temporale apprezzabile rispetto alla superficie, misurabile in settanta parti su un milione

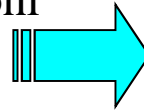


## BERGSON E LA RELATIVITÀ

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

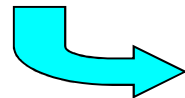


Innescando le reazioni di molti fisici  
tra cui Becquerel e lo stesso Einstein

### 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 perché  
**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

Prof. Aldegheri-Liceo Messedaglia-

2017

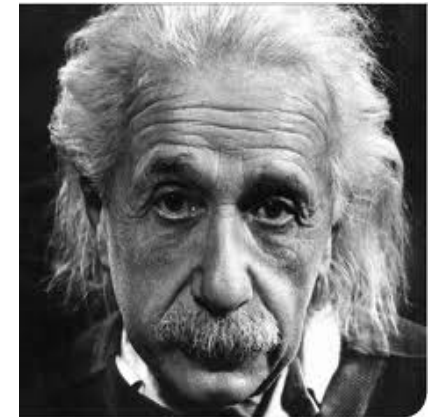
## IL DIBATTITO BERGSON-EINSTEIN

- **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*



*Grazie per  
l'attenzione*