

Albert Einstein (1879-1955) è uno dei più grandi fisici di tutti i tempi, ma è anche un'icona della cultura "artistica-culturale". La teoria della relatività di Einstein l'ha reso un personaggio fondamentale dal punto di vista storico e scientifico.

“Elaborazione dalle Fonti: (*National Geographic*); (*History*); (*UNESCO*); (*Mental Floss*); (*Open Culture*)”.

Forse non tutti sanno che:

- Nacque il 14 marzo 1879 con una "testa gonfia e deforme e un corpo grossolanamente sovrappeso"; la reazione della nonna, alcune fonti menzionano che, vedendo il nipote, esclamasse con preoccupazione "*Troppo grasso! Troppo grasso!*"
Il libro "*Einstein: A Life*" di Denis Brian ne riporta la conferma.
- Da bambino pare che avesse un carattere irascibile e che, da giovane, avesse la tendenza a lanciare oggetti quando era contrariato, tanto che si racconta che una volta abbia persino lanciato una sedia contro un insegnante.
- Fu bocciato in matematica è falso; questo mito piuttosto diffuso potrebbe dipendere dall'errore di un biografo che fece confondendo il sistema di votazione tedesco (il 6 è il voto più basso), col sistema svizzero che Einstein utilizzava (il 6 era il voto più alto). I registri scolastici di Albert riportano voti eccellenti in matematica; in particolare Einstein una volta raccontò: "*Prima di avere 15 anni avevo imparato il calcolo differenziale e integrale*".
- Rinunciò alla sua cittadinanza tedesca quando aveva solo 16 anni perché si considerava un cittadino del mondo e rimase apolide fino al 1901, quando diventò cittadino svizzero; la motivazione principale non fu tanto il suo sentirsi un "*cittadino del mondo*" in quel momento, quanto il suo desiderio di **evitare il servizio militare tedesco**, che non desiderava affatto.
- Sua moglie fu Mileva Marić, unica **compagna donna del corso** di fisica al Politecnico di Zurigo. Albert e Mileva si conobbero lì suscitando sia una relazione intellettuale che sentimentale. Alcuni storici ritengono che **Mileva abbia avuto un ruolo importante nello sviluppo delle prime teorie di Einstein**, anche se ciò non sia avvalorato da fatti concreti.
- Venne messo sotto sorveglianza dall'FBI. La preoccupazione dell'FBI, sotto la direzione di J. Edgar Hoover, era il suo congetturato coinvolgimento con organizzazioni pacifiste e socialiste; e pur controllandolo per ben 22 anni, l'FBI non trovò mai alcuna prova concreta che Einstein fosse una spia o rappresentasse una minaccia reale per gli Stati Uniti.
- Nel 1902 ebbe una figlia di nome **Lieserl** con Mileva Marić prima del loro matrimonio che avvenne successivamente nel 1903. Incerto il destino di questa figlia: vi sono storici che ritengono che sia morta in tenera età, forse a causa di una malattia, ed altri ipotizzano che potrebbe essere stata data in adozione ... nessuno sa con certezza cosa sia successo a Lieserl Einstein.
- Dovette attendere molti anni per ottenere un lavoro in ambito accademico. Dopo anni alla ricerca di un posto nel mondo accademico, si accontentò di un lavoro in un ufficio brevetti

svizzero. Continuò a fare ricerca nel tempo libero e nel 1905 pubblicò quattro articoli, tra cui le introduzioni all'equazione più celebre del mondo $E = m \cdot c^2$ e la teoria della relatività ristretta. Non fu prima del 1909 che ottenne una vera e propria cattedra.

Nota. L'equazione di Einstein, con soli tre simboli, esprime la connessione fondamentale tra l'energia (E), la massa (m) e la velocità della luce (c) il cui quadrato è l'elemento di relazione con i due precedenti simboli.

- Fu deludente la sua convivenza con la moglie. Quando il matrimonio era già in crisi, Albert presentò a Mileva una lista di "condizioni" che avrebbero dovuto regolare la loro convivenza, ed ecco alcune di esse:
 - non ti aspetterai affetto da me,
 - manterrai la mia camera da letto e il mio studio puliti e in ordine,
 - terrai i miei vestiti e la mia biancheria in buon ordine,
 - ordinerai la mia camera da letto e il mio studio e soprattutto che la mia scrivania venga usata solo da me,
 - dovrai lasciare immediatamente la mia camera da letto o il mio studio senza protestare se te lo chiedo,
 -
- Non si limitò al suo lavoro scientifico, ma fu una voce importante a favore dei diritti umani fondamentali, inclusi i diritti civili e la libertà di parola. Credeva che la libertà di espressione dovesse essere garantita dalla legge, ma sottolineava che le leggi da sole non bastano: era necessario uno spirito di tolleranza nell'intera popolazione affinché ognuno potesse esprimere le proprie opinioni senza timore di penalizzazioni. Purtroppo in queste sue convinzioni era esclusa la propria moglie.
- Eduard, secondo figlio di Albert, era affetto da schizofrenia; visse nella clinica Burghölzli di Zurigo per la maggior parte della sua vita dove morì a 55 anni, nel 1948.
- Era amico del chimico tedesco Fritz Haber, soprannominato "il padre della guerra chimica", infatti inventò il gas di cloro, che fu usato dai tedeschi durante la prima guerra mondiale. La loro amicizia ebbe inizio a Berlino, dove entrambi lavoravano nello stesso circolo scientifico. Haber fu determinante nell'offrire ad Einstein nel 1914, una posizione per la Fisica presso l'Istituto Kaiser Wilhelm di Berlino. La loro amicizia venne meno negli anni successivi, soprattutto a causa delle divergenze etiche e politiche, e si interruppe definitivamente con l'ascesa del nazismo.
- Nel 1935 incontrò Margarita Konenkova diventando amanti. Alcune ricerche non convalidate sostengono che Margarita fosse una spia russa, col nome in codice di "Agente Lucas". Una prova a sostegno risalta nel libro "Einstein and Soviet Espionage" dello storico Yuri Borisovich Ivanov, ma non esiste nessuna documentazione né in archivi occidentali né in quelli russi che provino questo fatto.
- Era fundamentalmente contrario alla bomba atomica, ma quando apprese che i nazisti avrebbero potuto produrla, sollecitò gli alleati a costruirne una. Si pentì del suggerimento dato dopo i bombardamenti di Hiroshima e Nagasaki e disse "*se avessi saputo che i tedeschi non sarebbero riusciti a produrre una bomba atomica, non avrei mai mosso un dito*", diventando convinto sostenitore del disarmo nucleare.

- Amava profondamente la musica; iniziò a suonare il violino all'età di cinque anni, ed era la sua via di fuga quando voleva rinfrescare la mente ... diceva "*la musica mi aiuta quando penso alle mie teorie*". Si racconta che avesse un particolare violino che chiamasse affettuosamente "*Lina*".
- Pubblicò la sua teoria della relatività generale nel 1915, ma fu solo nel maggio 1919 che una eclisse solare totale fornì le condizioni giuste per testarla, così che la sua teoria fu provata, così Albert Einstein divenne una celebrità da un giorno all'altro.
- Ci volle infatti un'eclissi solare per provare la sua teoria: sì, fu l'**eclissi solare del 1919** a fornire le prime prove osservative significative a sostegno della **Teoria della Relatività Generale**. Le misurazioni effettuate dall'isola Príncipe in Africa, guidata da Arthur Eddington, corrispose in modo significativo alle previsioni di Einstein, fornendo una prova convincente della sua teoria e proiettandolo alla fama mondiale.
- Scambiò delle lettere con Sigmund Freud, "padre della psicoanalisi". In una delle sue missive più famose, intitolata "Perché la guerra?", chiedeva: "*c'è un modo per liberare l'umanità dalla minaccia della guerra?*".
- Avrebbe potuto diventare presidente di Israele, infatti dopo la morte del primo presidente Chaim Weizmann fu l'ambasciatore israeliano negli Stati Uniti, Abba Eban, agendo su istruzione del Primo Ministro David Ben-Gurion, a fargli la formale offerta. Einstein, settantatreenne (morì a 76 anni) e con salute precaria non poté che rifiutare.
- Del suo QI non esiste nessun valore accertato: le stime variano ampiamente, in generale, tra 160 e 180 e forse anche di più. È indubbiamente macabro, ma il suo cervello fu rimosso dalla salma, senza il consenso dei parenti, per poterlo analizzare e scoprire qualche cosa sulla sua intelligenza e sul suo ragionamento.

► In sintesi si può dire che Albert Einstein è stato un uomo di "*genio e contraddizioni*":

- la genialità manifestata dalle sue scoperte scientifiche,
- le contraddizioni evidenziate tra le sue prese di posizione a favore dei diritti umani e della contrarietà alla guerra in contrapposizione con la sua irascibilità e le sue complicate relazioni affettive.

I luoghi ove visse:

- dal 1879 al 1880 visse ad Ulm (città nel sud-ovest della Germania, sul fiume Danubio, al confine con la Baviera), luogo di nascita.
- dal 1880 al 1894 visse Monaco di Baviera,
- dal 1894 al 1895 visse a Pavia,
- dal 1895 al 1896 visse ad Aarau, Svizzera,
- dal 1896 al 1902 visse a Zurigo (Politecnico Federale)
- dal 1902 al 1909 visse a Berna (Ufficio Brevetti)
- dal 1909 al 1911 visse a Zurigo (Università in qualità di professore associato))
- dal 1911 al 1912 visse a Praga (Università Carlo-Ferdinando in qualità di professore ordinario)
- dal 1912 al 1914 visse a Zurigo (Politecnico Federale in qualità di professore)
- dal 1914 al 1932 visse a Berlino con incarichi accademici di ricerca
- dal 1933 al 1955 visse negli Stati Uniti a Princeton e New Jersey

E, a Genova?

Albert Einstein visse a Genova per un breve periodo nel **1895**.

All'epoca aveva 16 anni e si recò a Genova da Pavia, dove si trovava con la sua famiglia, per stare con suo zio materno, Jacob Koch, che aveva affari nella città. Einstein rimase a Genova per alcuni mesi, durante i quali **si dedicò a curare un esaurimento nervoso**, nonché a fare il turista.

Soggiornò in una casa in **Piazza delle Oche**. In una lettera scritta molti anni dopo, Einstein ricordò con affetto i mesi trascorsi a Genova, definendoli tra i suoi "*più bei ricordi*".

Di seguito i particolari di questi felici mesi

La storia a Genova

Il giovane Einstein abitò in piazza delle Oche, piccolissima piazzetta di fianco alle Vigne quando aveva 16 anni nel 1895.

Ed ecco la lettera scritta molti anni dopo

"Un viaggio che ho fatto a piedi.

Non vi deve sorprendere che abbia camminato tanto: all'epoca non era un fatto inusuale. E poi avevo 16 anni e tanta forza in corpo. E tanta voglia di viaggiare. In realtà quando ho impacchettato compasso e violino e ho lasciato Monaco, in quello che poi sarebbe stato chiamato "fin de siècle", era per raggiungere la mia famiglia che si era trasferita a Pavia. Era primavera e mio padre Herman, si era trasferito in Italia l'anno prima in cerca di fortuna. Mio padre – vi debbo confidare – non prese molto bene la fuga da Monaco e poi ero appena stato bocciato all'esame di ammissione al Politecnico di Zurigo.

Non per raccontarvi i fatti miei, ma quella bocciatura mi fece davvero male. Mi avevano detto che non ero bravo a studiare che non sarei mai diventato un genio... Mah. Comunque una volta raggiunta la città di Pavia, mi è venuta la voglia di mare. Non avevo mai visto il Mediterraneo e così sono partito per Genova dove ho raggiunto la casa di mio zio Jacob Koch.

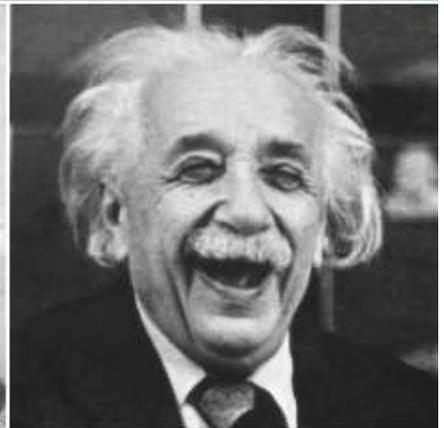
Attraversare la Val Trebbia, andare su e giù per quelle strade, ammirare le fioriture era stato bellissimo. Arrivare a Genova è stata un'emozione. Che città stupenda. Se la conoscete potete essere d'accordo con me. Sennò posso solo consigliarvi di visitarla. Magari non a piedi.

Io ricordo benissimo il centro storico, che so bene non essere cambiato. Stavo in una piazzetta. Credo che si chiami ancora piazza delle Oche, dove mio zio, mercante di grano all'ingrosso, aveva il suo ufficio. Per mesi ho visitato i monumenti di Genova. La fantastica strada Nuova. A due passi da casa c'era una pasticceria stupefacente con una cornucopia di marmo come insegna: mi sono fatto delle scorpacciate uniche. E poi San Lorenzo, la cattedrale, la gente di quelli che voi chiamate "caruggi". Ho anche conosciuto alcune persone simpatiche come Ernestina Marangoni, alla quale poi ho continuato a scrivere quando sono diventato più grande. Con gli zii ho visto anche la riviera, le spiagge. Insomma sono stati mesi indimenticabili e mi dispiace solo non essere mai più tornato. La mia vita – devo essere sincero – mi ha dato

grandi soddisfazioni e sono anche diventato famoso. Ma Genova, anche adesso, guardando il mondo con un certo distacco, quella vacanza non la dimentico. Per questo ho tenuto da parte queste foto».

E, ancora:

"I mesi felici del mio soggiorno in Italia sono le più belle ricordanze".

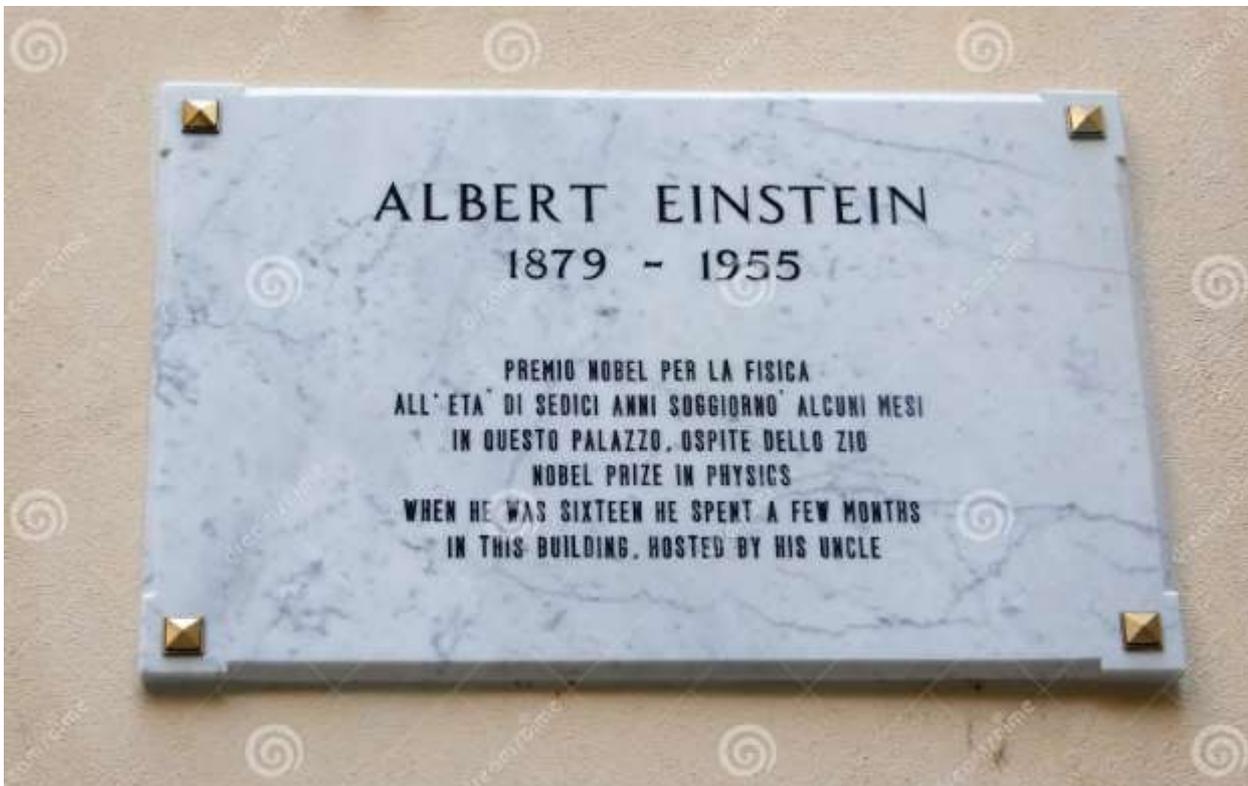


Di seguito le targhe a lui dedicate nella città di Genova

PRIMA



E DOPO



*Esattamente davanti a questa casa
è passato giovinetto
Albert Einstein (1879-1955)
mentre scendeva a piedi
da Milano verso Genova.
Si racconta che rimase estasiato
dalla bellezza di questa valle.*

IN QUESTA DIMORA VISSE GIOVINETTO
TRA GLI ANNI 1894 E 1900
ALBERT EINSTEIN
A QUESTA TERRA OSPITALE
SPESSE TORNO CON GRATO RICORDO
MENTRE LONTANO SEGLI VIRTU' E CONOSCENZA
E ANDAVA LIBERTÀ CERCANDO
CHI ELESSE A SUA PATRIA IL MONDO
E RICONOSSE CONFINI AL SOLO UNIVERSO

$E = mc^2$

NATO IL 14 MARZO 1879 MORTO IL 18 APRILE 1955



► **Ultime considerazioni**

- La paventata bocciatura in matematica ... alzi la mano chi, in un modo o nell'altro, non abbia mai sentito un insegnante, a scuola, pronunciare la famosa frase: *“Anche i migliori sbagliano, Einstein fu bocciato e poi è diventato quello che è diventato”*. È forse il modo che si usa di più per far capire a uno studente che **ce la si può fare**, basta impegnarsi. Quella della bocciatura di Einstein in matematica, insomma, è stata una parabola propinata a decine di generazioni di studenti che andavano maluccio nelle materie scientifiche, per invogliarli a studiare.
- L'ipotetico valore attribuito al suo Q.I. non è una valutazione scontata dal momento che Einstein non si sottopose mai (o perlomeno non si è a conoscenza del fatto) a un test per valutare la propria intelligenza; sul fatto che il quoziente intellettuale di Einstein, a ragione di alcuni, potesse variare fra **160 e 190**, altri dissentono da questa valutazione perché l'intelligenza ha molte facce ed è riduttivo ridurla a una sola dimensione (per esempio quel presunto numero di Q.I. non specifica la comprensione della matematica o della fisica).

NOTA. Una piccola osservazione.

Non corrisponde lo scritto sulla seconda targa col simultaneo periodo di residenza a Pavia, ma il giovane Einstein in quel tempo soffriva di esaurimento nervoso, tanto che il medico curante gli consigliò di trascorrere alcuni mesi a Genova.

Allora si può congetturare che, durante questo soggiorno, avesse fatto una visita alla famiglia a Pavia e che ritornando a Genova abbia percorso effettivamente a piedi il tratto tra Milano e Genova, passando proprio davanti alla casa indicata dalla targa

► **Si possono confrontare scienziati appartenenti ad epoche diverse?**

Per esempio si può confrontare Einstein col nostro connazionale Galilei?

Galilei Galileo (1564-1642), matematico, fisico, astronomo e accademico italiano, fu allievo del matematico **Ostilio Ricci** (1540-1603) (a sua volta allievo di Nicolò Fontana (Tartaglia)) che lo indirizzò ad uno studio volto all'aspetto applicativo della materia.

Nel suo trattato "*Il Saggiatore*" pubblicato nel 1623, scrive di avere saputo che un olandese aveva costruito un particolare occhiale che consentiva di vedere cose lontane come fossero vicine, così che fu invogliato a costruirne uno personalmente; dopo tanti tentativi ne costruì uno che consentiva di ingrandire le cose fino a quasi mille volte e ad avvicinarle più di trenta volte: era così nato il "*cannocchiale*" e conseguentemente la rivoluzione della ricerca astronomica. Nel seguente affresco di Giuseppe Bertini (1825-1898, pittore milanese e direttore dell'Accademia di Belle Arti di Brera), è immortalato Galileo Galilei che presenta il suo cannocchiale al doge Leonardo Donati.



Galilei è considerato il **padre della scienza moderna**, è infatti il fulcro della *rivoluzione scientifica* per avere dato chiaramente inizio al metodo scientifico detto per l'appunto "*metodo galileiano*". Di grande valore scientifico e filosofico è il suo trattato "*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*" nel quale, in particolare, viene respinto il sistema tolemaico-aristotelico a favore di quello copernicano. Riporto il frontespizio della prima edizione del "Dialogo"



► Galilei astronomo.

Tra le tante esplorazioni del cielo, scoprì i satelliti di Giove, le fasi di Venere, le macchie solari; si interessò anche della *selenologia* (studio delle caratteristiche della superficie della Luna) e, nel 1609, disegnò una mappa del nostro satellite; questo studio continuò con l'utilizzo di sempre più sofisticati telescopi, arrivando ad ottenere mappe precise grazie anche all'impiego dei satelliti artificiali.

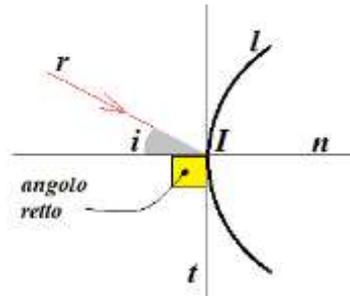
► Galilei matematico.

- fu il precursore del “*teorema degli zeri delle funzioni continue*” (determinazione dello zero di una funzione continua f , in un suo intervallo $[a, b]$, tale che $f(a)$ e $f(b)$ assumano valori numerici con segno opposto). Oggi facilmente risolvibile con l'uso di metodi delle successive approssimazioni (reso veloce e sicuro con l'uso di opportuni software), argomento facente parte del “*calcolo numerico*”
- contribuì allo studio sui fondamenti dell'analisi infinitesimale; è pur vero che nei suoi scritti non emergono grandi idee su questo argomento, ma è presumibile che abbia suggerito oralmente le sue idee a colleghi e discepoli perché intorno a lui si sviluppò una scuola di validi analisti: Bonaventura Francesco Cavalieri (1598-1647), Isaac Barrow (1603-1677), Evangelista Torricelli (1608-1647), Michelangelo Ricci (1619-1682), Vincenzo Viviani (1622-1703). Tra i tanti argomenti fu trattata la determinazione di aree, ma fu Pietro Mengoli (1626-1686) a dare la prima rigorosa definizione, per così dire, di integrale definito come limite di una successione di somme integrali per eccesso e per difetto, precisamente dell'integrale che oggi rappresentiamo col simbolo $\int_a^b f(x)dx$, anticipando in tal modo di più di un secolo e mezzo la definizione attuale dovuta a Augustin-Louis Cauchy (1789-1857). Evangelista Torricelli è il precorritore di una delle questioni più significative dell'analisi funzionale: la proprietà, per l'operazione della derivazione, di essere l'inversa dell'operazione di integrazione.

► Galilei fisico.

Si interessò di balistica (il primo a trattare teoricamente questo problema fu Nicolo Fontana) e nella sua pubblicazione “*Quesiti ed invenzioni diverse*”, dimostrò che la traiettoria di un corpo lanciato in alto, soggetto all'azione della gravità, è una parabola. Trattò il problema della determinazione del massimo e del minimo di una funzione e, in particolare:

- trovò che la gittata di una palla che viene sparata da un cannone dipende dall'angolo di inclinazione del mortaio rispetto al terreno e che, nel vuoto, la massima gittata si ottiene quando quest'angolo è 45° ; trovò anche le massime altezze raggiunte dalle palle in funzione dei vari angoli di inclinazione;
- intuì per primo che una palla sparata da un canone avanza sotto l'azione di una velocità verticale e di una orizzontale, indipendenti l'una dall'altra e il vettore velocità (risultante delle due precedenti velocità) è tangente, istante dopo istante, alla traiettoria del proiettile; Galilei aveva raggiunto un memorabile risultato: aveva collegato la geometria pura con la dinamica. Pertanto un arco di curva poteva essere determinato non solo per punti, ma anche per tangenti.
- studiò il moto dei pianeti intorno al Sole per cercare la loro minima e massima distanza dal Sole.
- Ovviamente si interessò di rifrazione al fine di studiare il passaggio di un raggio luminoso attraverso una lente; quindi nasceva il problema di trovare la tangente t ad una curva (nel caso dell'ottica è la lente l) perché l'angolo che interessa è l'angolo i formato dal raggio r con la normale n , perpendicolare alla tangente t nel punto di incidenza I .



► La creazione dell'*analisi infinitesimale*, di cui Galilei ne fu il pioniere, è l'opera più maestosa di tutta la matematica. Considerato che la matematica è "*scienza pura*" e quindi si può studiare indipendentemente dalle sue applicazioni, il calcolo infinitesimale, nel XVII secolo, nacque per studiare determinati problemi scientifici. Oggi, risistemato dai matematici dei secoli successivi, è alla portata di studenti ed amatori, inoltre aggiornato col metodo delle successive approssimazioni (*calcolo numerico*) consente di risolvere problemi tecnici ottenendo i risultati desiderati ovvero affetti da un errore minore del massimo prestabilito.

NOTA. Per inquadrare in un corretto contesto storico-culturale-scientifico la figura di questo scienziato, invito il lettore a documentarsi sulla pubblicazione "Galileo Galilei" del matematico, filosofo, epistemologo Ludovico Geymonat (1908-1991), accademico italiano tra i più importanti del 900.

AUTOREVOLEZZA DELLE DERIVATE

Galileo Galilei, intuendo che la natura parla con linguaggio matematico, ideò il metodo di indagine che tutt'ora usiamo. È il primo scienziato che scoprì come si esprimono le variazioni istantanee di una variabile rispetto ad un'altra come, per esempio, la variabile spazio rispetto alla variabile tempo.

► Ecco il ragionamento: determinare la velocità media v_m di una bilia, tra gli istanti t e $t + k$, che si muove

con legge oraria $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$:

$$v_m = \frac{\text{spazio percorso}}{\text{tempo impiegato a percorrerlo}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\begin{aligned} v_m &= \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot (t+k)^2 - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2}{i+k-t} = \frac{\frac{1}{2} \cdot a \cdot (t^2 + 2 \cdot k \cdot t + k^2) - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2}{k} = \\ &= \frac{a \cdot k \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot k^2}{k} = a \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot k \end{aligned}$$

Ora, immaginando che k diventi sempre più piccolo, i due istanti t e $t + k$ si **avvicinano** sempre di più e la velocità media v_m tende a diventare la velocità istantanea v_i all'istante t .

Pertanto la velocità istantanea v_i è il limite del rapporto $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ quando Δt tende a zero:

$$v_i = \lim_{k \rightarrow 0} \left(a \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot k \right) = a \cdot t,$$

che è proprio la derivata della legge oraria $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$:

$$v_i = \frac{ds}{dt} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 2 \cdot t = a \cdot t .$$

L'IMPIEGO DELLE DERIVATE

Il metodo delle derivate è utilizzabile in ogni grandezza di cui sia nota la legge di variazione in funzione di un'altra grandezza. Nell'esempio precedente si è studiata la variabilità della grandezza "spazio", di nota legge, rispetto alla grandezza "tempo".

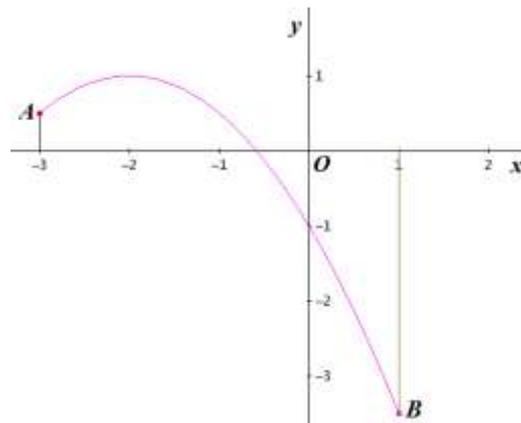
In molti problemi di matematica, astronomia, fisica, economia ecc. interessa conoscere come varia una grandezza al variare di un'altra grandezza da cui dipende e, soprattutto, la rapidità della variazione.

Due esempi:

- in economia sia $y = f(x)$ una funzione economica nella quale x è la quantità venduta di un bene ed y è il ricavo annuo di un'azienda; il rapporto incrementale $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ si dice funzione marginale nel discreto e se la f è derivabile allora $\frac{dy}{dx}$ si dice funzione marginale nel continuo. Così la derivata f' , detta ricavo marginale, misura la rapidità di aumento o diminuzione del ricavo rispetto alla quantità venduta.
- in fisica l'intensità di corrente che passa istantaneamente attraverso un filo è la derivata della quantità di carica rispetto al tempo.

RAPPRESENTAZIONE PER PUNTI E PER TANGENTI DI UNA CURVA DI NOTA EQUAZIONE

Sia nota la legge di equazione $y = -\frac{1}{2}x^2 - 2x - 1$ il cui dominio sia $x \in \mathbb{R} / -3 \leq x \leq 1$; il relativo grafico è:



Si vuole rappresentare l'arco di curva AB :

1. per punti;
2. per tangenti.

► Caso 1.

Ci serviamo del programma residente nel software DERIVE.6, la cui sintassi è:

VECTOR (espressione, variabile d'azione, valore-iniziale, valore-finale, passo).

In questo caso:

- l'espressione è la coppia di coordinate del punto corrente sulla curva grafico della funzione data; se indichiamo con a l'ascissa, le coordinate del generico punto sono $\left(a; -\frac{1}{2}a^2 - 2a - 1\right)$;

OSSERVAZIONE: le coordinate di un punto, per sintassi, devono essere scritte tra parentesi quadrate.

- la variabile d'azione è la lettera a ;
- il valore-iniziale è -3 ;
- il valore-finale è 1 ;
- il passo, per scelta, è 0.5 .

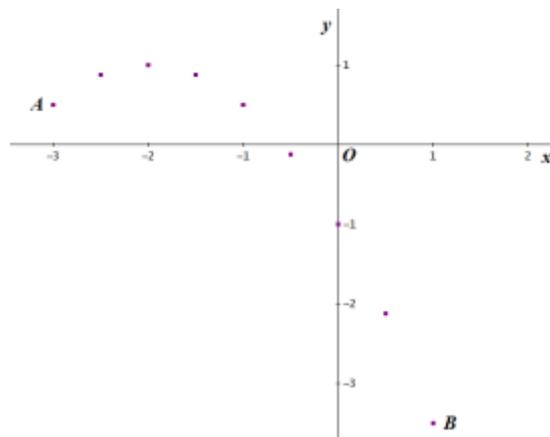
Il programma è quindi

$$\text{VECTOR} \left(\left[a, -\frac{1}{2}a^2 - 2a - 1 \right], a, -3, 1, 0.05 \right)$$

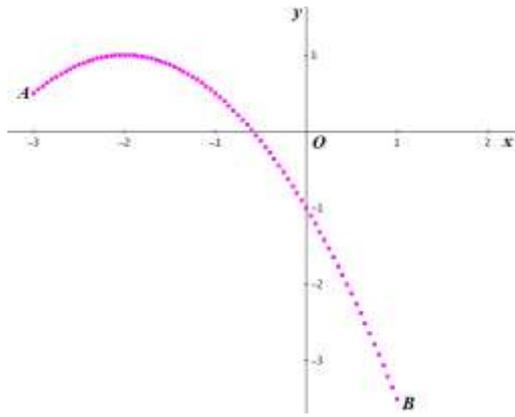
che in esecuzione porge la seguente mtrice:

$$\begin{pmatrix} -3 & \frac{1}{2} \\ -\frac{5}{2} & \frac{7}{8} \\ -2 & 1 \\ -\frac{3}{2} & \frac{7}{8} \\ -1 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} -1 & \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{8} \\ 0 & -1 \\ \frac{1}{2} & -\frac{17}{8} \\ 1 & -\frac{7}{2} \end{pmatrix}$$

da cui il grafico:

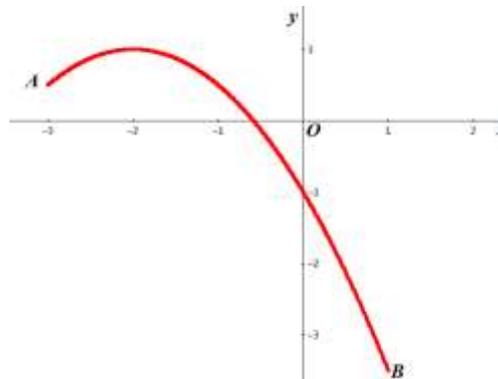


Se diminuiamo l'ampiezza del passo, otteniamo molti più punti, per esempio $passo = 0.05$



Non abbiamo riportato la matrice delle coordinate per motivi di spazio, infatti la matrice delle coordinate ha 81 righe.

Se continuiamo a diminuire il passo, per esempio 0.01 avremmo il grafico



che sembra una linea continua, anche se è ancora un grafico discreto che rappresenta 401 punti.

► Caso 2.

In questo caso dobbiamo scrivere l'equazione della generica retta tangente alla curva, pertanto ci serve la derivata primo della funzione f :

$$\frac{d}{dx} \left(-\frac{1}{2}x^2 - 2x - 1 \right) = -x - 2,$$

così che l'equazione della generica retta tangente è:

$$y - \left(-\frac{1}{2}a^2 - 2a - 1 \right) = (-a - 2) \cdot (x - a).$$

che risolta rispetto alla variabile y diventa:

$$y = -\frac{2 \cdot x \cdot (a + 2) - a^2 + 2}{2}, \quad (1)$$

pertanto il programma che risolve il problema, è:

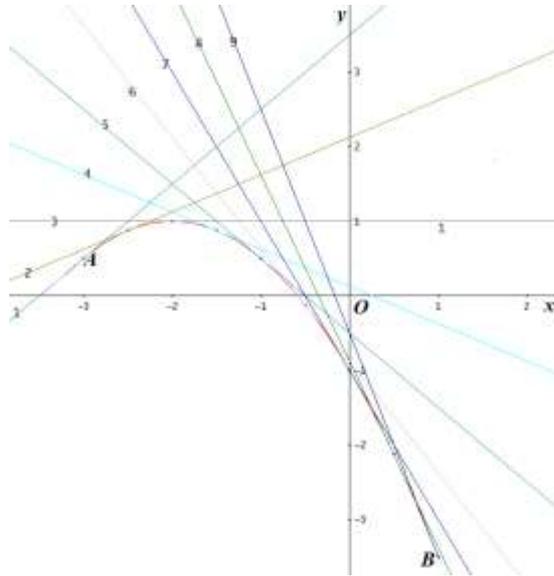
$$\text{VECTOR} \left(-\frac{2 \cdot x \cdot (a + 2) - a^2 + 2}{2}, a, -3, 1, 0.5 \right)$$

nel quale l'espressione nel programma VECTOR è il secondo membro della (1)

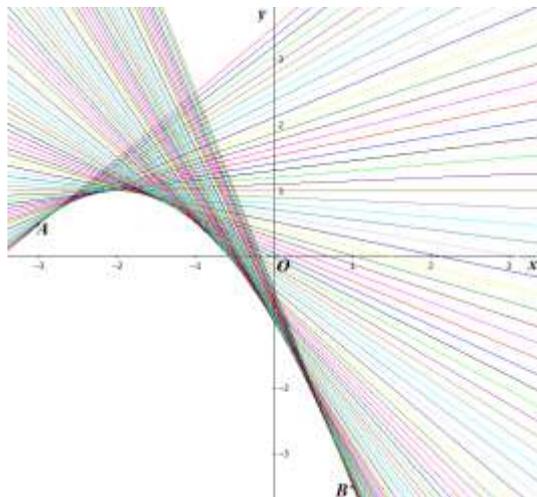
e, in esecuzione, si ha:

$$\left[\frac{2 \cdot x + 7}{2}, \frac{4 \cdot x + 17}{8}, 1, \frac{1 - 4 \cdot x}{8}, -\frac{2 \cdot x + 1}{2}, -\frac{12 \cdot x + 7}{8}, -2 \cdot x - 1, -\frac{20 \cdot x + 7}{8}, -\frac{6 \cdot x + 1}{2} \right]$$

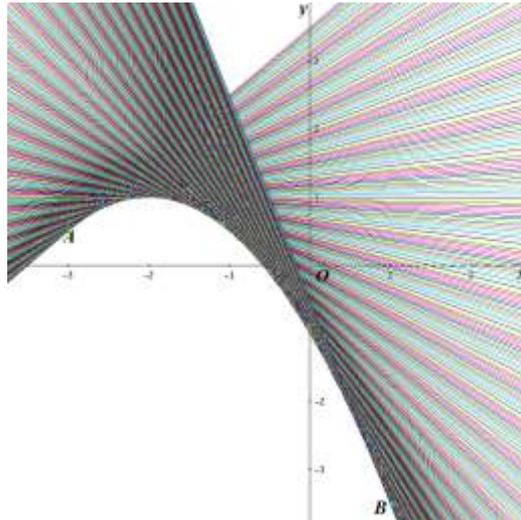
che è il vettore delle nove tangenti dovute alla scelta del passo, ed ecco il grafico:



Diminuiamo il passo, per esempio 0.05; il grafico diventa:

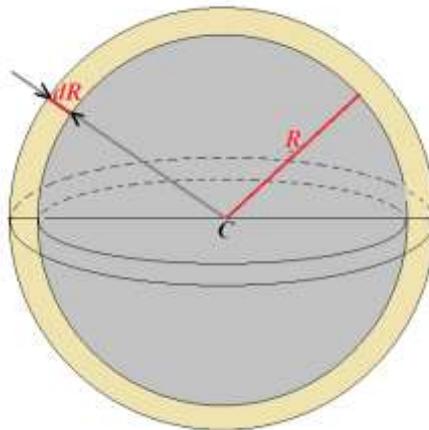


e, ancora, diminuendo il passo per esempio 0.01, è:



► **Una particolarità sulle derivate riguardante la sfera.**

Consideriamo una sfera di raggio R (colore grigio in figura). Un aumento di una quantità infinitesima dR del raggio R determina un aumento del volume della sfera (colore giallo in figura);



Per l'esiguo aumento del raggio si può ritenere che l'aumento del volume della sfera sia uguale al prodotto della superficie S della sfera moltiplicata per l'incremento dR del raggio R : pertanto la superficie S di una sfera può considerarsi il tasso di variazione del suo volume V in funzione di una variazione infinitesima del raggio R ; in altre parole la derivata della funzione $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$ è la funzione $4 \cdot \pi \cdot R^2$, ovvero la superficie S della sfera.

VERIFICA. $V' = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 3 \cdot R^2 = 4 \cdot \pi \cdot R^2 = S$.

► **I due scienziati** distano temporalmente di circa **300 anni**, è pertanto difficile fare un confronto tra l'ingegno dei due scienziati; una cosa però è certa, in riferimento ai loro periodi di esistenza sono stati ugualmente due **capisaldi** della **fisica**.

Un metodo di confronto potrebbe essere quello di paragonare i loro quozienti di intelligenza; storicamente il primo test di misurazione del quoziente intellettivo nacque in Francia, nel **1904**, a opera dello psicologo Alfred Binet: l'allora Ministero dell'Istruzione chiese allo studioso di progettare un metodo che stabilisse quali studenti non fossero in grado di apprendere all'interno del sistema scolastico per poter regolamentare l'accesso nelle scuole speciali, istituti dedicati ad allievi disabili.

È quindi impossibile conoscere il quoziente di intelligenza di Galilei, e visto che non è noto quello di Einstein potremmo essere portati a concludere con un *pareggio*.