



## STORIA DELLA FISICA ED EPISTEMOLOGIA

Anno accademico 2024/2025 - Docente: [ALESSANDRO PLUCHINO](#) [ANDREA RAPISARDA](#)  
[FRANCESCO BRANCATO](#)

---

### Risultati di apprendimento attesi

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi di base per valutare il percorso storico ed epistemologico della disciplina Fisica e i metodi utilizzati nell'indagine scientifica con particolare riferimento agli sviluppi del '900.

*Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding).*

Padronanza del metodo scientifico, e comprensione della natura e dei procedimenti della ricerca in Fisica.

*Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding)*

Capacità di identificare gli elementi essenziali di un'opera scientifica distinguendo tra empirismo e razionalismo. Capacità di critica negli approcci storicamente determinati anche in riferimento del cambiamento concettuale dalla fisica classica (newtoniana) alla meccanica relativista e Quantistica.

*Autonomia di giudizio (making judgements)*

Capacità di argomentare sulle interpretazioni di alcuni fenomeni fisici fondamentali nella fisica moderna (esperimento di Michelson e Morley, quantizzazione, ecc.)

*Abilità comunicative (communication skills).*



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

# ALESSANDRO PLUCHINO HOME PAGE

DIPARTIMENTO DI  
FISICA E ASTRONOMIA "ETTORE MAJORANA"



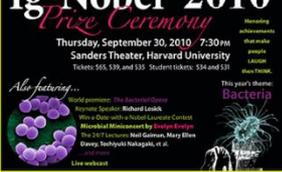
HOME BIO PUBLICATIONS TEACHING BOOKS ET AL

## Highlights

### Ig Nobel 2022



### The 20th First Annual Ig Nobel Prize Ceremony



### ALESSANDRO PLUCHINO LA FIRMA DELLA COMPLESSITÀ



Welcome to the

# Alessandro Pluchino HOME PAGE

Associate Professor of Theoretical Physics  
Computational and Mathematical Models

[alessandro.pluchino@ct.infn.it](mailto:alessandro.pluchino@ct.infn.it)  
[alessandro@pluchino.it](mailto:alessandro@pluchino.it)



PIANO NAZIONALE LAUREE SCIENTIFICHE  
FISICA UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA

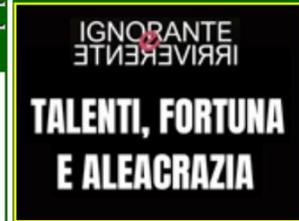
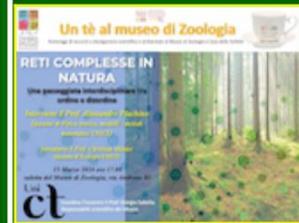


CESPES  
Centro Interdipartimentale  
di Studi su Pascal e il Seicento



Università  
di Catania

## Events-Talks



[www.pluchino.it](http://www.pluchino.it)



# QR Code per le presenze: Lezione 01

Il tuo codice presenza è



C D O Q W V

# Alternativa: QR Code per le presenze: Lezione 01



# Alternativa: QR Code per le presenze: Lezione 01

## Corso di Storia della Fisica ed Epistemologia 2025

**B** *I* U  

MODULO PRESENZE LEZIONE 01

Nome e Cognome \*

Short answer text

Corso di Laurea \*

Short answer text

N° Matricola \*

Short answer text

Email \*

Short answer text



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

ALESSANDRO PLUCHINO HOME PAGE

DIPARTIMENTO DI  
FISICA E ASTRONOMIA "ETTORE MAJORANA"



HOME BIO PUBLICATIONS TEACHING BOOKS ET AL

## LAUREA TRIENNALE IN FISICA (L-30)

## CORSO DI STORIA DELLA FISICA ED EPISTEMOLOGIA

6CFU, Secondo Semestre A.A.2024-2025

Docenti: [A.Pluchino](#), [A.Rapisarda](#), [F.Brancato](#)

### LEZIONI:

1. Le origini del Metodo Scientifico: dall'Atomismo Greco alla Fisica Ellenistica (A.Pluchino 03/03/2025) - Video
2. Da Archimede a Leonardo (A.Rapisarda 06/03/2025) - Video
3. Galileo: la nascita della scienza moderna (A.Rapisarda 10/03/2025) - Video
4. Newton: alchimia, gravitazione universale, meccanicismo e determinismo (A.Pluchino 13/03/2025) - Video

<http://www.pluchino.it/TEACHING-SFE.html>

## LEZIONI:

1. Le origini del Metodo Scientifico: dall'Atomismo Greco alla Fisica Ellenistica (A.Pluchino 03/03/2025) - Video
2. Da Archimede a Leonardo (A.Rapisarda 06/03/2025) - Video
3. Galileo: la nascita della scienza moderna (A.Rapisarda 10/03/2025) - Video
4. Newton: alchimia, gravitazione universale, meccanicismo e determinismo (A.Pluchino 13/03/2025) - Video
5. Il processo a Galileo: una querelle storica tra filosofia, teologia e scienza (F.Brancato 17/03/2025) - Video1 - Video2
6. Maxwell: elettromagnetismo e teoria cinetica (A.Rapisarda 20/03/2025) - Video
7. Blaise Pascal, Pavel Florenskij, Georges Lemaître oltre il riduzionismo per una ricerca interdisciplinare e multidisciplinare (F.Brancato 24/03/2025) - Video
8. Boltzmann: dalla termodinamica alla meccanica statistica (A.Rapisarda 27/03/2025) - Video
9. Poincarè: dal problema dei tre corpi alla nascita della teoria del caos (A.Pluchino 31/03/2025) - Video
10. Einstein: crisi della meccanica classica e relatività (A.Pluchino 03/04/2025) - Video
11. Planck, Bohr, Heisenberg: nascita e sviluppi della meccanica quantistica (A.Pluchino 07/04/2025)
12. Fermi: da via Panisperna al progetto Manhattan (A.Rapisarda 10/04/2025) - Video
13. Majorana: la strana storia di un genio incompreso (A.Rapisarda 28/04/2025) - Video
14. Etica del lavoro scientifico: il caso della fisica (F.Brancato 05/05/2024) - Video
15. Bohm: interpretazioni realiste della meccanica quantistica (A.Pluchino 08/05/2025) - Video
16. Dal caos alla complessità: prima parte (A.Rapisarda 12/05/2025) - Video
17. Dal caos alla complessità: seconda parte (A.Rapisarda 15/05/2025) - Video
18. Popper, Kuhn, Feyerabend: l'epistemologia delle scienze naturali tra questioni generali e recenti teorie della conoscenza (F.Brancato 19/05/2025) - Video1 - Video2
19. Il Vuoto: un enigma tra fisica e metafisica (A.Pluchino 22/05/2025) - Video1 - Video2
20. Intelligenza Artificiale: opportunità, minacce e prospettive epistemologiche (A.Pluchino 26/05/2025) - Video
21. L'Enigma "Riccioli d'Oro": perché viviamo in un universo favorevole alla vita (A.Pluchino 29/05/2025) - Video

## ALCUNI TESTI DI RIFERIMENTO

### Testi generali:

E.Bellone, "Storia della Fisica", Utet, 1990

L.Russo, "La rivoluzione dimenticata. Il pensiero scientifico greco e la scienza moderna", Universale Economica Feltrinelli 2013

R.Maiocchi, "Storia della scienza in Occidente", La Nuova Italia, 2000

J.L.Heilbron, "Alle origini della fisica moderna", Il Mulino, 1984

P.Rossi, "La nascita della scienza moderna in Europa", Laterza, 1997

G.Gismondi, "Critica ed etica nella ricerca scientifica", Marie, Torino 1978

J.Jacobelli, "Scienza ed etica. Quali limiti?", Laterza Bari 1990

J.Ladyman, "Filosofia della scienza. Un'introduzione", Carocci editore, 2014

B.Russell, "Storia della filosofia occidentale e dei suoi rapporti con le vicende politiche e sociali dall'antichità a oggi", TEA Ed. 2004

### Alcuni approfondimenti:

T.S.Kuhn, "La rivoluzione copernicana", Einaudi, 2000

A.Pais, "Sottile è il Signore...", Bolla Boringhieri, 1986

W.Heisenberg, "Fisica e filosofia", Mondadori, 1998

M.Planck, "La conoscenza del mondo fisico", Bolla Boringhieri, 1988.

C.Tarsitani, "Il dilemma onda-corpuscolo da Maxwell a Planck ed Einstein", Loescher, 1983

D.Bohm, B.J.Hiley, "The undivided: an ontological interpretation of quantum theory", London Routledge, 1993

J.Gleick, "Caos. La nascita di una nuova scienza", Rizzoli, 2018

D.Schwartz, "Enrico Fermi. L'ulmo uomo che sapeva tuo", Ed.Solferino 2020

E.Recami, "Il caso Majorana: lettere, testimonianze, documenti", Di Renzo, 1987

A.Pluchino, "La firma della complessità. Una passeggiata al margine del caos", Malcor D'Edizione, 2015

M.Consoli, A.Pluchino, "Il vuoto. Un enigma tra fisica e metafisica", Aracne Ed., 2015

Y.N.Harari "Sapiens: da uomini a dei. Breve storia dell'umanità", Bompiani, 2014

Y.N.Harari "Homo Deus. Breve storia del futuro", Bompiani, 2017

Corso di Storia della Fisica ed Epistemologia – A.A. 2024-25 – DFA UNICT

# Le origini del Metodo Scientifico

**Dall'Atomismo Greco alla Fisica Ellenistica**



*Gruppo del Laocoonte*  
*Scultura ellenistica della*  
*Scuola Rodia (150 a.C.)*

2014

Yuval Noah Harari

# Sapiens Da animali a dèi

BREVE STORIA DELL'UMANITÀ

NUOVA  
EDIZIONE  
RIVEDUTA



## Cronologia



Anni

prima  
di oggi

13,5 miliardi Appaiono materia ed energia. Inizio della fisica.  
13,5 miliardi Appaiono atomi e molecole. Inizio della chimica.

4,5 miliardi Formazione del pianeta Terra.

3,8 miliardi Comparsa degli organismi. Inizio della biologia.

6 milioni Ultima progenitrice comune di umani e scimpanzé.

2,5 milioni Evoluzione del genere *Homo* in Africa. Primi utensili di pietra.

2 milioni Gli umani si diffondono dall'Africa all'Eurasia.  
2 milioni Evoluzione di specie umane diverse.

500.000 I Neanderthal si evolvono in Europa e nel Medio Oriente.

2014

Yuval Noah Harari

# Sapiens Da animali a dèi

BREVE STORIA DELL'UMANITÀ

NUOVA  
EDIZIONE  
RIVEDUTA



## Cronologia



300.000 Uso quotidiano del fuoco.

200.000 L'*Homo sapiens* si evolve nell'Africa Orientale.

70.000 Rivoluzione cognitiva. Emergere del linguaggio e della capacità di creare finzioni. Inizio della storia. I Sapiens si diffondono al di fuori dell'Africa.

45.000 I Sapiens si stabiliscono in Australia.  
Estinzione della megafauna australiana.

30.000 Estinzione dei Neanderthal.

16.000 I Sapiens si stabiliscono nel continente americano.  
Estinzione della megafauna americana.

13.000 Estinzione dell'*Homo floresiensis*.  
L'*Homo sapiens* è l'unica specie umana rimasta.

12.000 Rivoluzione agricola. Domesticazione delle piante e degli animali. Insediamenti permanenti.

5000 Primi regni, prime forme di scrittura e di moneta.  
Religioni politeiste.

2014

Yuval Noah Harari

# Sapiens Da animali a dèi

BREVE STORIA DELL'UMANITÀ

NUOVA  
EDIZIONE  
RIVEDUTA



## Cronologia



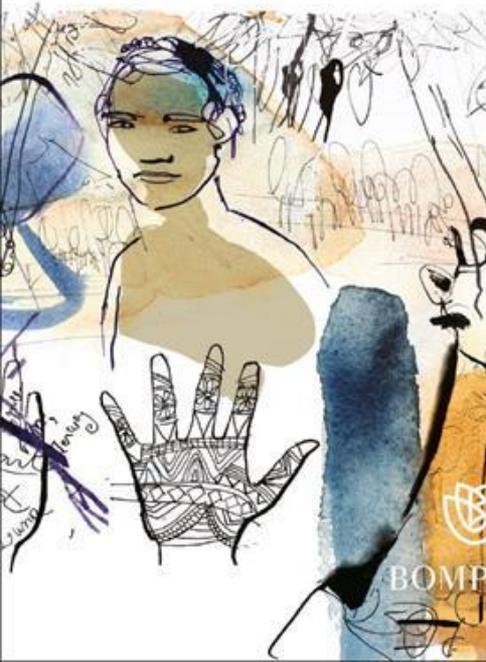
- 4250 Il primo impero: l'impero accadico di Sargon.
- 3000 Invenzione della coniazione: una moneta universale.  
L'impero persiano: un ordine politico universale "a beneficio di tutti gli umani".  
Buddhismo in India: una verità universale "per liberare tutti gli esseri dalla sofferenza."
- 2000 Impero degli Han in Cina.  
Impero romano nel Mediterraneo. Cristianesimo.
- 1400 Islam.
- 500 **Rivoluzione scientifica. L'umanità ammette la propria ignoranza e comincia ad acquisire un potere senza precedenti.**  
Gli europei cominciano a conquistare l'America e gli oceani.  
Unificazione della storia del pianeta. Ascesa del capitalismo.
- 200 **Rivoluzione industriale. Le famiglie e le comunità sono sostituite dallo stato e dal mercato.**

2014

Yuval Noah Harari

# Sapiens Da animali a dèi

BREVE STORIA DELL'UMANITÀ



Yuval Noah Harari

# Homo Deus

Breve storia del futuro

DALL'AUTORE DEL BESTSELLER  
SAPIENS. DA ANIMALI A DÈI

2017



BOMPIANI

Cronologia



Estinzione di animali e piante su grande scala.

Oggi Gli uomini trascendono i limiti del pianeta Terra. Le armi atomiche minacciano la sopravvivenza dell'umanità. Gli organismi sono sempre più modellati dalla progettazione intelligente più che dalla selezione naturale.

Domani La progettazione intelligente diventa il principio base della vita? *L'Homo sapiens* viene sostituito da superuomini? Oppure dall'*Intelligenza Artificiale*?

Siamo all'alba di una nuova rivoluzione?





Corso di laurea in  
**Fisica**

# DI COSA CI OCCUPEREMO IN QUESTO CORSO:

Home

Studia con noi ▾

Didattica ▾

Avvisi

Opportunità ▾

Altro ▾

Contatti

## STORIA DELLA FISICA ED EPISTEMOLOGIA

Anno accademico 2024/2025 - Docente: **ALESSANDRO PLUCHINO**

**ANDREA RAPISARDA**  
**FRANCESCO BRANCATO**

### LEZIONE DI OGGI...



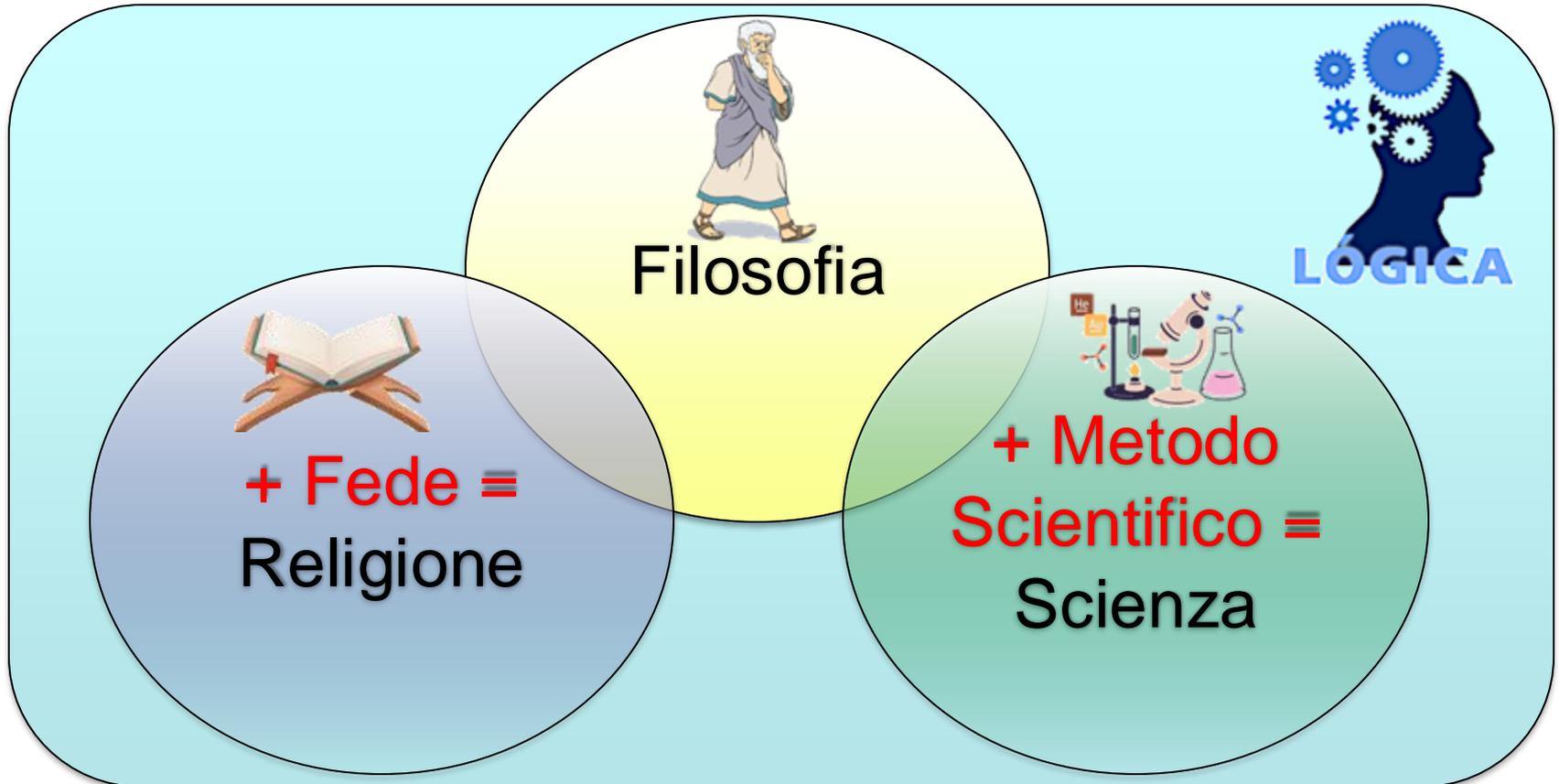
500      Rivoluzione scientifica. L'umanità ammette la propria ignoranza e comincia ad acquisire un potere senza precedenti.



### PROSSIME LEZIONI...

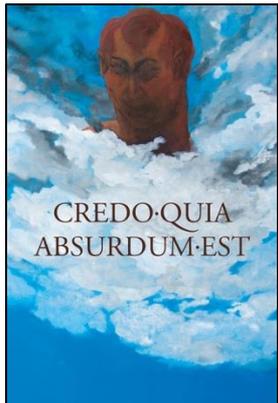
# La Rivoluzione Scientifica

Gli umani hanno cercato di comprendere l'universo a partire almeno dalla Rivoluzione cognitiva. I nostri antenati dedicarono molto tempo e fatica al tentativo di scoprire le regole che governano il mondo naturale. Ma la modalità di pensiero che si è affermata con la **Rivoluzione scientifica**, che va sotto il nome di «*Metodo Scientifico*» differisce da tutte le precedenti tradizioni della conoscenza (come ad esempio le *rivelazioni religiose* o le *speculazioni filosofiche*)



# La Rivoluzione Scientifica

Gli umani hanno cercato di comprendere l'universo a partire almeno dalla Rivoluzione cognitiva. I nostri antenati dedicarono molto tempo e fatica al tentativo di scoprire le regole che governano il mondo naturale. Ma la modalità di pensiero che si è affermata con la **Rivoluzione scientifica**, che va sotto il nome di «*Metodo Scientifico*» differisce da tutte le precedenti tradizioni della conoscenza (come ad esempio le *rivelazioni religiose* o le *speculazioni filosofiche*)



Tertulliano  
(II Sec. a.C.)  
Kierkegaard  
(1813-1855)



**+ Fede =  
Religione**



**Filosofia**



**LOGICA**



**+ Metodo  
Scientifico =  
Scienza**

# La Rivoluzione Scientifica

Gli umani hanno cercato di comprendere l'universo a partire almeno dalla Rivoluzione cognitiva. I nostri antenati dedicarono molto tempo e fatica al tentativo di scoprire le regole che governano il mondo naturale. Ma la modalità di pensiero che si è affermata con la **Rivoluzione scientifica**, che va sotto il nome di «*Metodo Scientifico*» differisce da tutte le precedenti tradizioni della conoscenza (come ad esempio le *rivelazioni religiose* o le *speculazioni filosofiche*) **per 3 caratteristiche:**

1. **La disponibilità ad ammettere l'ignoranza.** La scienza moderna si basa sull'espressione latina *ignoramus*, "non sappiamo". **Essa presuppone che noi non conosciamo tutto.** Ancor più criticamente, essa accetta che le cose che pensiamo di conoscere possano essere dimostrate false apprendendo altre cose che ancora non conosciamo. Nessun concetto, nessuna idea o teoria è sacra e intoccabile.

# La Rivoluzione Scientifica

Gli umani hanno cercato di comprendere l'universo a partire almeno dalla Rivoluzione cognitiva. I nostri antenati dedicarono molto tempo e fatica al tentativo di scoprire le regole che governano il mondo naturale. Ma la modalità di pensiero che si è affermata con la **Rivoluzione scientifica**, che va sotto il nome di «*Metodo Scientifico*» differisce da tutte le precedenti tradizioni della conoscenza (come ad esempio le *rivelazioni religiose* o le *speculazioni filosofiche*) **per 3 caratteristiche:**

1. **La disponibilità ad ammettere l'ignoranza.** La scienza moderna si basa sull'espressione latina *ignoramus*, "non sappiamo". **Essa presuppone che noi non conosciamo tutto.** Ancor più criticamente, essa accetta che le cose che pensiamo di conoscere possano essere dimostrate false apprendendo altre cose che ancora non conosciamo. Nessun concetto, nessuna idea o teoria è sacra e intoccabile.
2. **La centralità dell'osservazione e della matematica.** Avendo ammesso l'ignoranza, la scienza moderna punta a ottenere nuova conoscenza. Fa questo **raccogliendo osservazioni e poi usando strumenti matematici** per collegare queste osservazioni entro un sistema teorico che le comprenda.

# La Rivoluzione Scientifica

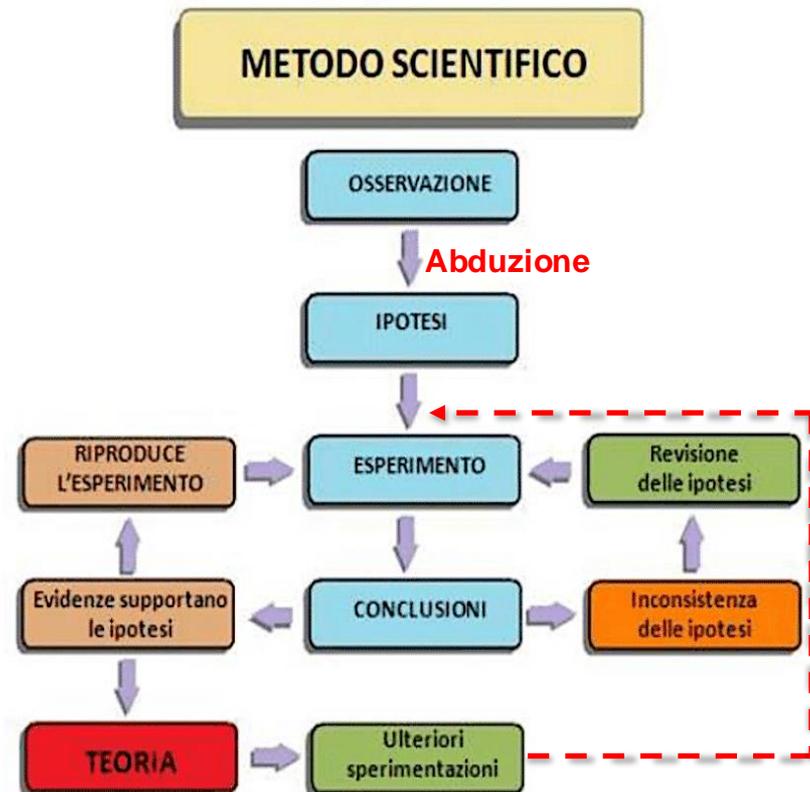
Gli umani hanno cercato di comprendere l'universo a partire almeno dalla Rivoluzione cognitiva. I nostri antenati dedicarono molto tempo e fatica al tentativo di scoprire le regole che governano il mondo naturale. Ma la modalità di pensiero che si è affermata con la **Rivoluzione scientifica**, che va sotto il nome di «*Metodo Scientifico*» differisce da tutte le precedenti tradizioni della conoscenza (come ad esempio le *rivelazioni religiose* o le *speculazioni filosofiche*) **per 3 caratteristiche:**

1. **La disponibilità ad ammettere l'ignoranza.** La scienza moderna si basa sull'espressione latina *ignoramus*, "non sappiamo". **Essa presuppone che noi non conosciamo tutto.** Ancor più criticamente, essa accetta che le cose che pensiamo di conoscere possano essere dimostrate false apprendendo altre cose che ancora non conosciamo. Nessun concetto, nessuna idea o teoria è sacra e intoccabile.
2. **La centralità dell'osservazione e della matematica.** Avendo ammesso l'ignoranza, la scienza moderna punta a ottenere nuova conoscenza. Fa questo **raccogliendo osservazioni e poi usando strumenti matematici** per collegare queste osservazioni entro un sistema teorico che le comprenda.
3. **L'acquisizione di nuovi poteri.** La scienza moderna non si contenta di creare teorie. Essa le usa allo scopo di **acquisire nuove capacità, e in particolare per sviluppare nuove tecnologie.**



# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.



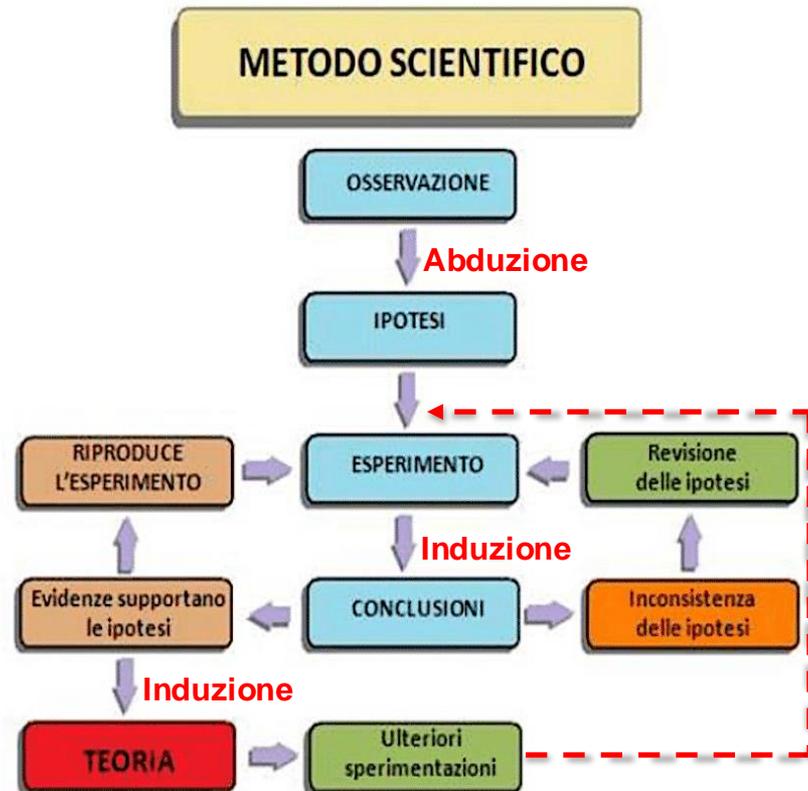
**Il Metodo Scientifico combina opportunamente le tre modalità principali di ragionamento logico:**

## 1. Abduzione

- **Definizione:** Un ragionamento che cerca di individuare la spiegazione più plausibile per un fenomeno osservato.
  - **Esempio:** Osservo un prato bagnato. La spiegazione più plausibile è che abbia piovuto (anche se non è l'unica possibile causa).
- **Caratteristiche:**
  - Introduce nuove ipotesi, che poi devono essere verificate.
- **Nel metodo scientifico:**
  - Usata per **proporre ipotesi** innovative o spiegazioni di fenomeni inaspettati.
  - **Esempio:** Un comportamento anomalo di una particella subatomica potrebbe suggerire l'esistenza di una nuova forza o particella, da investigare ulteriormente.

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.



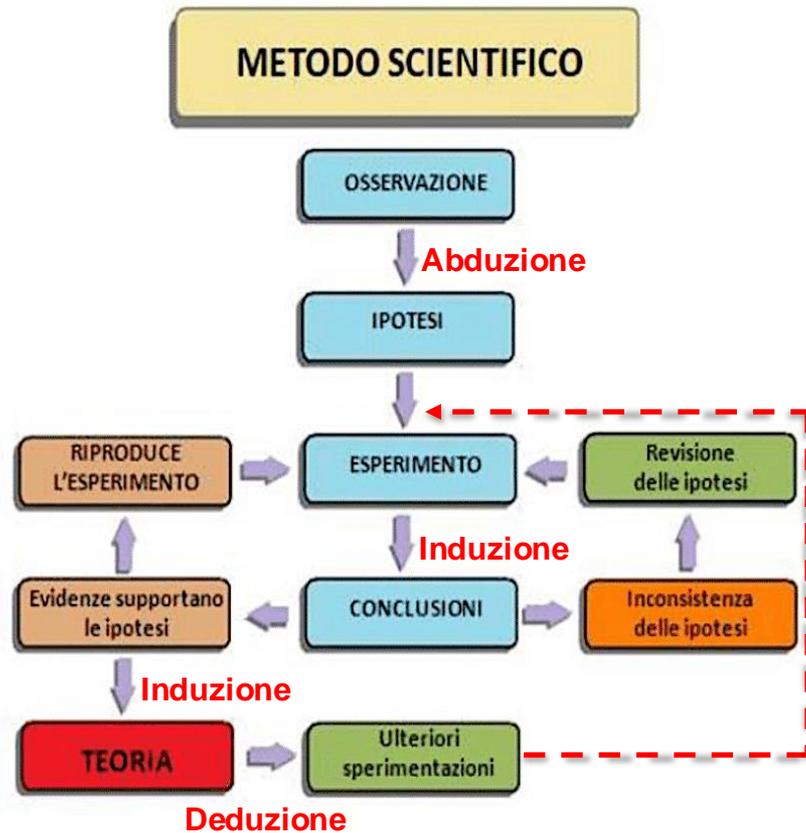
**Il Metodo Scientifico combina opportunamente le tre modalità principali di ragionamento logico:**

## 2. Induzione

- **Definizione:** Un ragionamento che parte da osservazioni specifiche per formulare generalizzazioni o leggi universali.
  - **Esempio:** Ho osservato molti corvi, e tutti erano neri. Quindi, tutti i corvi sono neri.
- **Caratteristiche:**
  - Non garantisce la certezza delle conclusioni, ma le rende probabili.
  - È influenzata dalla quantità e dalla qualità delle osservazioni.
- **Nel metodo scientifico:**
  - Usata per formulare ipotesi o teorie a partire da dati sperimentali.
  - **Esempio:** Dopo numerose osservazioni che indicano che i metalli si dilatano con il calore, si formula una legge generale sulla dilatazione termica.

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.



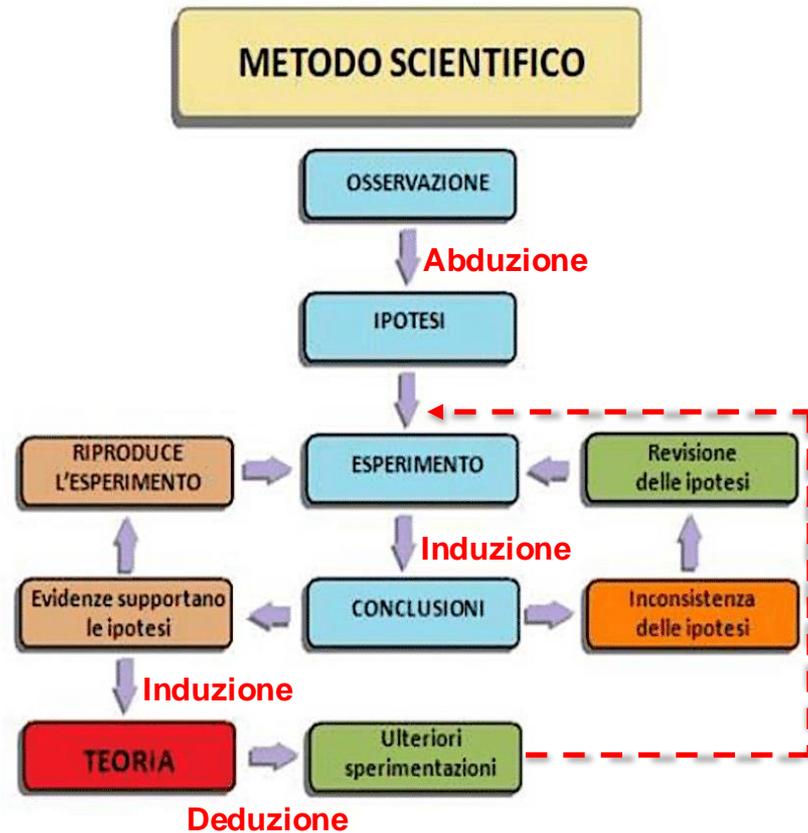
**Il Metodo Scientifico combina opportunamente le tre modalità principali di ragionamento logico:**

## 3. Deduzione

- **Definizione:** Un ragionamento logico che parte da principi generali (assiomi o leggi) per arrivare a conclusioni specifiche.
  - **Esempio:** Se tutti i corvi sono neri (premessa generale), e questo è un corvo (premessa particolare), allora questo corvo è nero (conclusione).
- **Caratteristiche:**
  - Produce conclusioni che sono necessarie, date le premesse.
  - La validità della deduzione dipende esclusivamente dalla validità delle premesse e dalla struttura logica.
- **Nel metodo scientifico:**
  - Usata per **prevedere risultati** a partire da teorie o modelli consolidati.
  - **Esempio:** A partire dalle leggi della termodinamica, possiamo calcolare il comportamento di un sistema chiuso.

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.



## Rinascimento (XV e XVI secolo)

Tra i pionieri del metodo scientifico troviamo:

- **Galileo Galilei**, che enfatizzò l'importanza della sperimentazione per testare le ipotesi, combinandola con l'osservazione sistematica e il linguaggio matematico.
- **Francis Bacon**, che propose un approccio induttivo, basato sull'accumulazione di dati empirici per arrivare a conclusioni generali.
- **René Descartes**, che introdusse il dubbio metodico e il ragionamento deduttivo come strumenti per costruire una conoscenza certa.



(1564-1642)



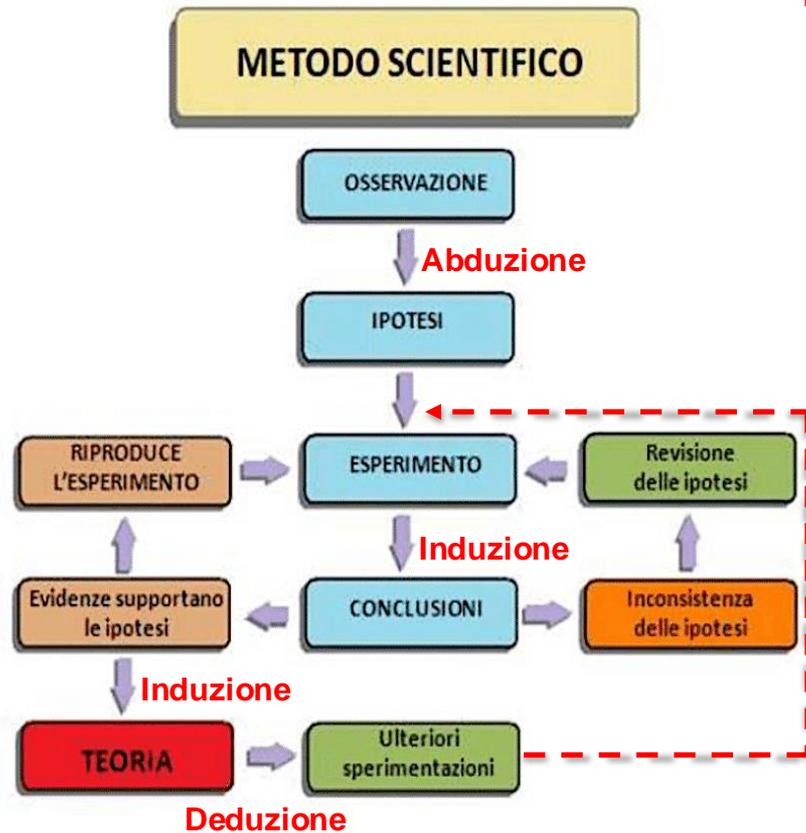
(1561-1626)



(1596-1650)

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.

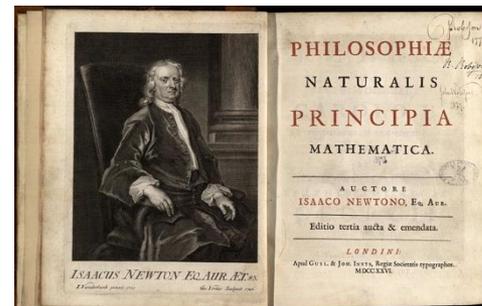


## Età Moderna (XVII secolo)

### Il contributo di Newton al metodo scientifico

Newton portò il metodo scientifico a un livello superiore:

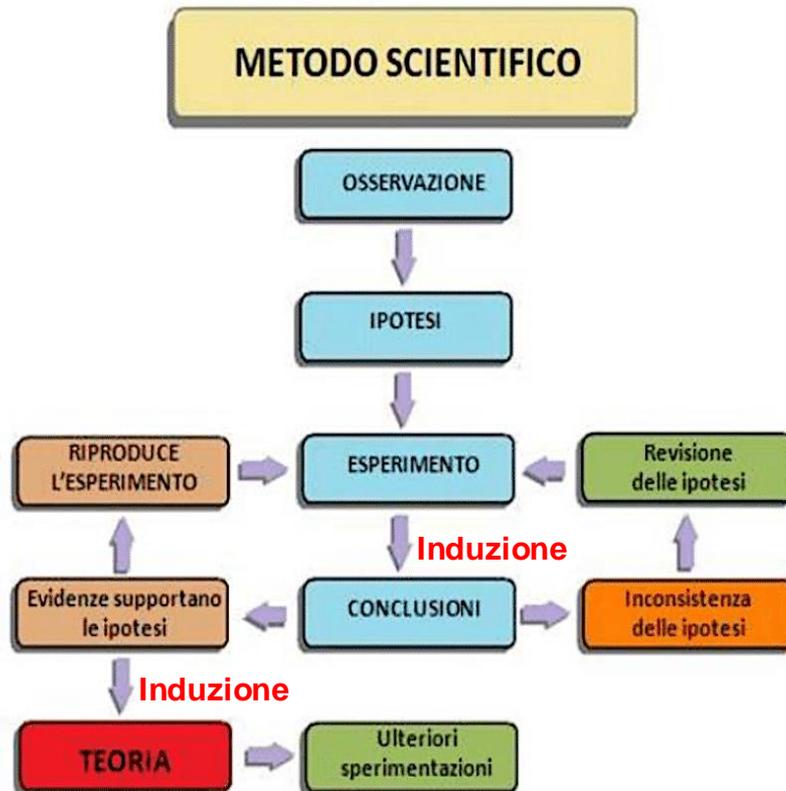
- **Sintesi empirica e matematica:** Combinò osservazioni empiriche con leggi matematiche universali, dimostrando che la natura può essere descritta con precisione matematica.
- **Metodo induttivo-deduttivo:** Integrò l'induzione (dati empirici per formulare ipotesi) e la deduzione (predizioni basate su leggi universali) in un approccio coerente.
- **Sistema universale:** Dimostrò che le stesse leggi fisiche governano sia il cielo che la Terra, superando la distinzione aristotelica tra i due domini.



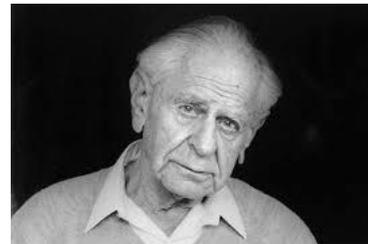
Sir Isaac Newton  
(1642-1727)

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.



## Età Contemporanea (XX secolo)



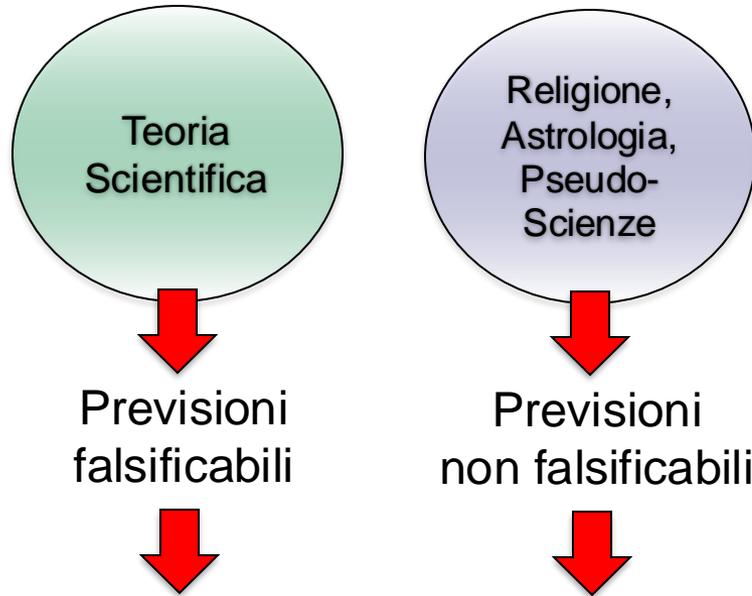
(1902-1994)

### Karl Popper (Falsificazionismo)

- La scienza avanza attraverso la **falsificabilità** delle teorie, non la loro verifica.
- Una teoria è scientifica solo se può essere sottoposta a test empirici che potrebbero potenzialmente confutarla.
- La conoscenza scientifica è provvisoria: le teorie non sono mai definitivamente confermate, ma sopravvivono finché non vengono falsificate.

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.

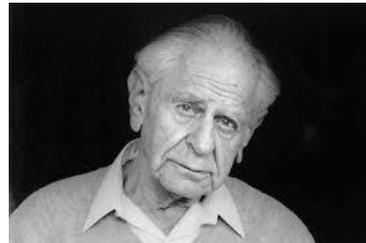


## **Teoria della Gravitazione**    **Oroscopo del giorno**

Il prossimo passaggio al perielio della cometa di Halley sarà il 28 luglio del 2061.

Capricorno: Una vecchia fiamma potrebbe tornare a risplendere dal vostro passato. Siete pronti ad accoglierla?

## Età Contemporanea (XX secolo)



(1902-1994)

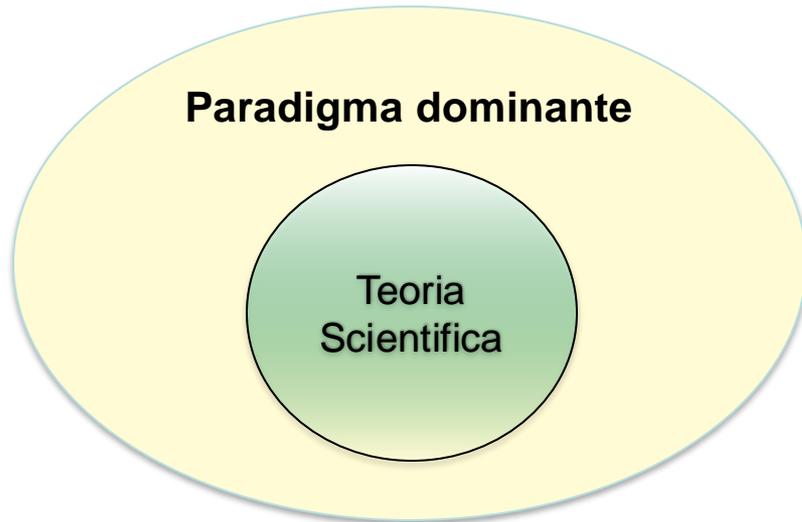
### Karl Popper (Falsificazionismo)

- La scienza avanza attraverso la **falsificabilità** delle teorie, non la loro verifica.
- Una teoria è scientifica solo se può essere sottoposta a test empirici che potrebbero potenzialmente confutarla.
- La conoscenza scientifica è provvisoria: le teorie non sono mai definitivamente confermate, ma sopravvivono finché non vengono falsificate.

→ «Per verificare una teoria servirebbero infinite prove a favore, mentre ne basta una a sfavore per falsificarla»

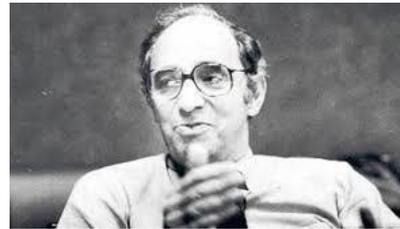
# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.



Gli scienziati non abbandonano immediatamente una teoria a fronte di anomalie o dati discordanti. Al contrario, spesso cercano di **adattare il paradigma** con ipotesi aggiuntive, strumenti migliori o reinterpretazioni dei dati (**scienza normale**). Solo in casi estremi, quando le anomalie si accumulano e il paradigma non riesce più a spiegare i fenomeni, si verifica una **rivoluzione scientifica**.

## Età Contemporanea (XX secolo)



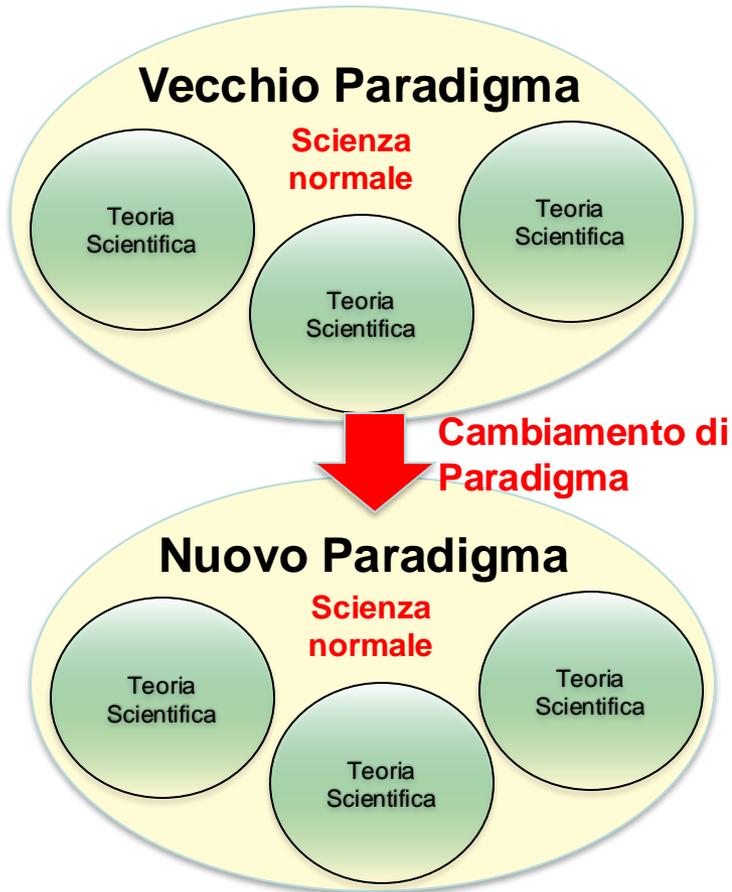
(1922-1996)

### Thomas Kuhn (Paradigmi e Rivoluzioni Scientifiche)

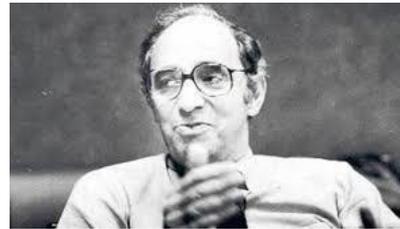
- La scienza progredisce attraverso **paradigmi**, insiemi di teorie e metodi condivisi da una comunità scientifica.
- Il progresso scientifico non è lineare, ma alterna periodi di **scienza normale** (lavoro entro un paradigma) e **rivoluzioni scientifiche**, che avvengono quando un paradigma viene sostituito da un altro.
- Le rivoluzioni scientifiche sono in parte soggettive e influenzate da fattori sociali e culturali.

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.



## Età Contemporanea (XX secolo)



(1922-1996)

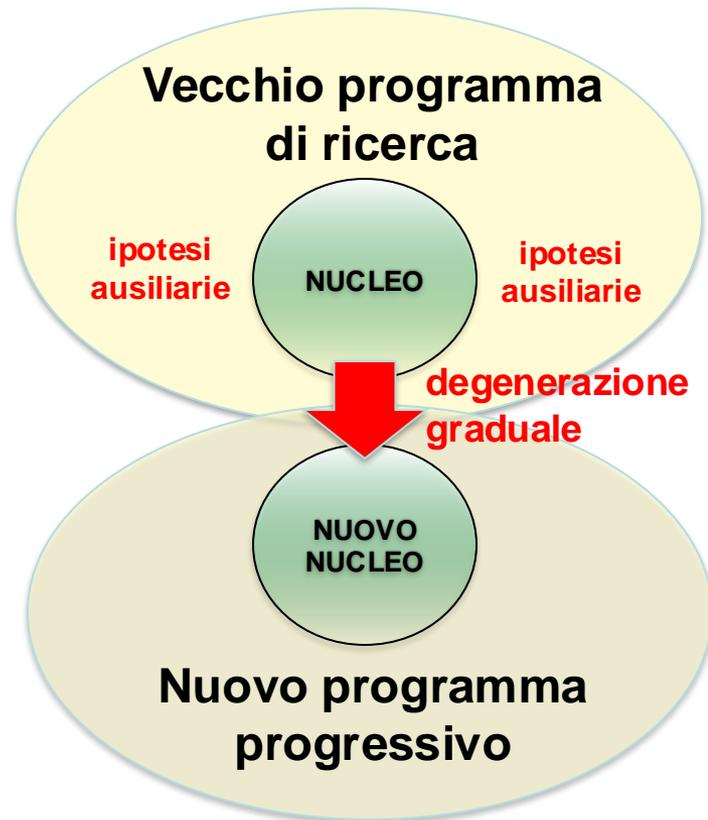
### Thomas Kuhn (Paradigmi e Rivoluzioni Scientifiche)

Esempi di **cambiamenti di paradigma** nelle scienze fisiche:

- Dalla cosmologia geocentrica a quella eliocentrica
- Dalla fisica aristotelica alla meccanica newtoniana
- Dalla termodinamica classica alla meccanica statistica
- Dalla meccanica newtoniana alla relatività ristretta
- Dalla meccanica classica alla meccanica quantistica
- Dal determinismo classico al caos deterministico

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.



## Età Contemporanea (XX secolo)



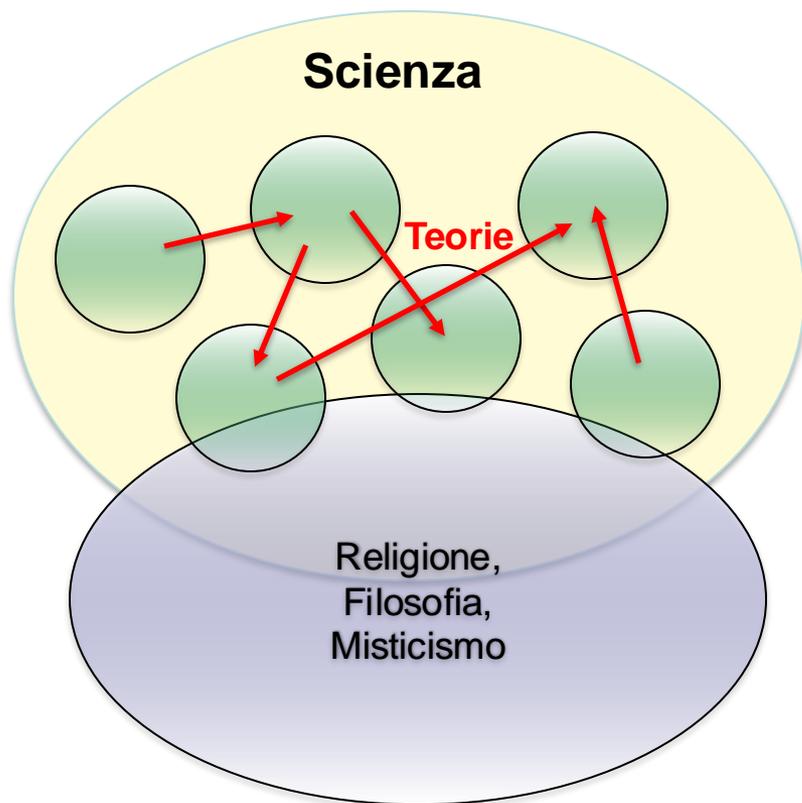
(1922-1974)

### Imre Lakatos (Programmi di Ricerca Scientifici)

- Combina aspetti di Popper e Kuhn: la scienza avanza attraverso **programmi di ricerca** caratterizzati da un **nucleo centrale** protetto da ipotesi ausiliarie.
- Un programma è progressivo se genera nuove previsioni verificabili; è degenerativo se non produce nuova conoscenza empirica.
- Rifiuta sia il falsificazionismo puro di Popper sia il relativismo di Kuhn.

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.



## Età Contemporanea (XX secolo)



(1924-1994)

### Paul Feyerabend (Anarchismo Epistemologico)

- Critica l'idea di un metodo scientifico universale; la scienza avanza attraverso un approccio "tutto vale" (**anything goes**).
- Sottolinea che i grandi avanzamenti scientifici spesso avvengono rompendo le regole metodologiche. → **SERENDIPITY**
- Difende il pluralismo e l'importanza di alternative epistemologiche per arricchire la conoscenza.

# Che cos'è il Metodo Scientifico

Il **Metodo Scientifico** rappresenta una delle conquiste intellettuali più significative nella storia dell'umanità. È il processo sistematico attraverso cui noi Sapiens esploriamo, osserviamo e comprendiamo il mondo naturale. Questo approccio, che unisce osservazione, sperimentazione e ragionamento logico, ha trasformato il modo in cui l'uomo affronta problemi complessi, porta avanti scoperte e costruisce conoscenza.

## LEZIONE DI OGGI...



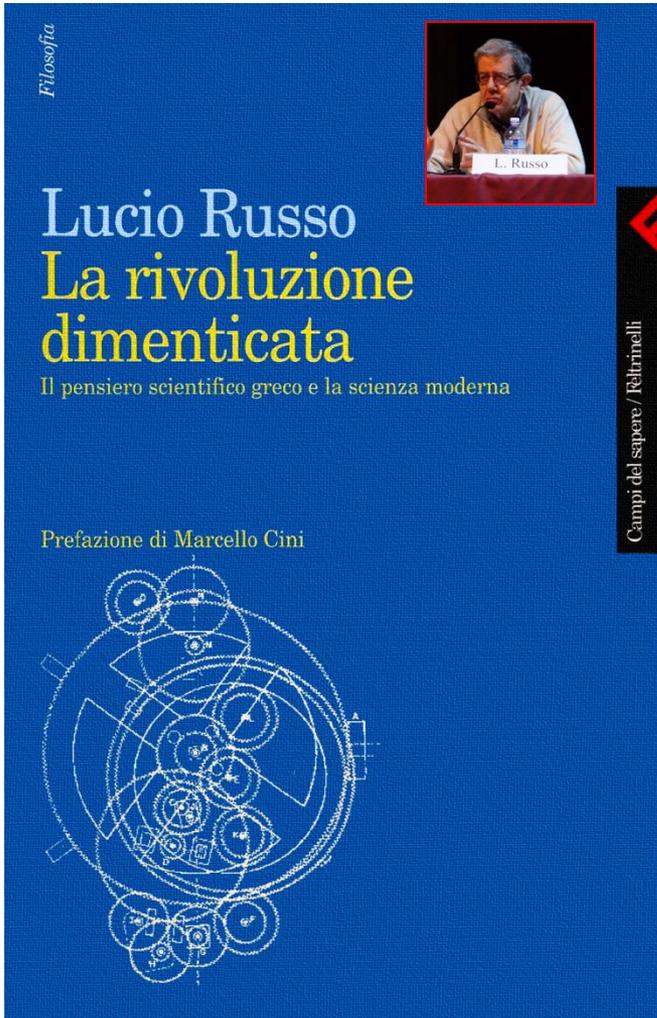
500      Rivoluzione scientifica. L'umanità ammette la propria ignoranza e comincia ad acquisire un potere senza precedenti.



**RIVEDREMO TUTTO QUESTO (E MOLTO ALTRO) PIU' IN AZIONE  
NELLE PROSSIME LEZIONI...**

# Le origini del Metodo Scientifico

## Dall'Atomismo Greco alla Fisica Ellenistica



Lucio Russo dimostra, e scusate se è poco, che la nascita della “scienza moderna” va retrodatata di duemila anni, fino alla fine del IV secolo a.C., e che i due soli “scienziati” dell’antichità noti al vasto pubblico, Euclide e Archimede – il primo come esempio particolare delle capacità di astrazione di un pensiero greco dedito tuttavia soprattutto alla speculazione filosofica, e il secondo, oltre che per aver gridato *Eureka!* correndo nudo fuori dal bagno, come stravagante inventore di specchi ustori e di leve per sollevare il mondo – non furono isolati e incerti precursori di una forma di pensiero che soltanto nel XVII secolo d.C. sarebbe rigogliosamente fiorito. Furono al contrario due esponenti di spicco di una vasta schiera di raffinati e avanzatissimi scienziati – da Erofilo, fondatore della medicina scientifica, a Eratostene, il primo matematico che riuscì a fornire una misura straordinariamente precisa della lunghezza del meridiano terrestre, da Aristarco di Samo, ideatore dell’astronomia eliocentrica, a Ipparco, anticipatore della dinamica moderna e della teoria della gravitazione, da Ctesibio, abilissimo costruttore di strumenti meccanici e idraulici, al naturalista e filosofo Crisippo – dei quali al di fuori del nome si è persa quasi ogni traccia, protagonisti di una “rivoluzione scientifica” giunta a livelli di elaborazione teorica e di pratica sperimentale tali da far apparire a loro volta Galileo e Newton come apprendisti un po’ confusi, anche se geniali, alle prime armi.

Dalla prefazione di Marcello Cini

# Le origini del Metodo Scientifico

Secondo Russo la storia del metodo scientifico affonda le sue radici nell'antichità, in particolare nel **periodo ellenistico**, durante il quale si assiste a una vera e propria fioritura della conoscenza scientifica. L'epoca ellenistica si estende **dal 323 a.C., anno della morte di Alessandro Magno, al 31 a.C., con la conquista romana dell'Egitto**. Questo periodo si distingue per un'intensa contaminazione culturale e una vasta espansione della conoscenza, favorita dalla fondazione di centri di studio e ricerca come la celebre **Biblioteca di Alessandria**.



# Le origini del Metodo Scientifico

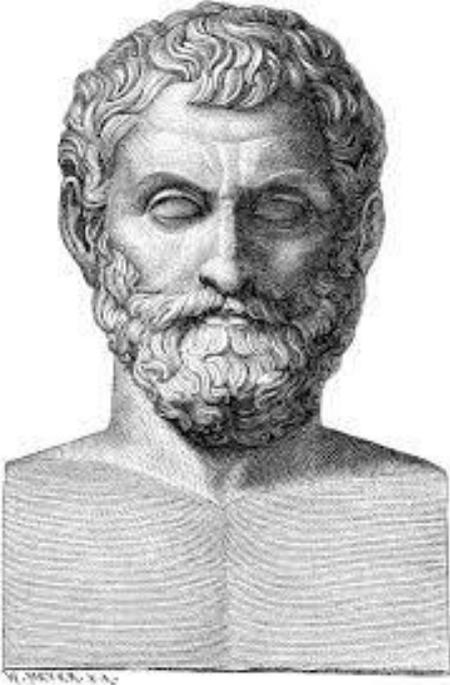
Secondo Russo la storia del metodo scientifico affonda le sue radici nell'antichità, in particolare nel **periodo ellenistico**, durante il quale si assiste a una vera e propria fioritura della conoscenza scientifica. L'epoca ellenistica si estende **dal 323 a.C., anno della morte di Alessandro Magno, al 31 a.C., con la conquista romana dell'Egitto**. Questo periodo si distingue per un'intensa contaminazione culturale e una vasta espansione della conoscenza, favorita dalla fondazione di centri di studio e ricerca come la celebre **Biblioteca di Alessandria**.



Nella **Biblioteca** gli studiosi collaboravano per approfondire vari ambiti, dalla matematica alla fisica, dall'astronomia alla medicina. Questo ambiente di confronto e interdisciplinarietà fu essenziale per l'elaborazione del metodo scientifico. Si stima che la Biblioteca, nel suo periodo di massimo splendore, contenesse centinaia di migliaia di rotoli, con opere provenienti da tutte le civiltà note.

# L'Epoca pre-Elfenistica

In realtà già **nell'epoca pre-ellenistica** i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai **filosofi dell'antica Grecia...**



## 1. Talete di Mileto (circa 624–546 a.C.)

- **Contributi principali:** Talete è spesso considerato il primo filosofo naturale (physikos) e uno dei primi a tentare di spiegare i fenomeni naturali senza ricorrere al mito. Propose che l'acqua fosse il principio primordiale (arche) di tutte le cose.
- **Importanza metodologica:** Talete introdusse l'idea che la natura potesse essere compresa attraverso l'osservazione e la razionalità piuttosto che attraverso interpretazioni mitologiche.

# L'Epoca pre-Elfenistica

In realtà già **nell'epoca pre-ellenistica** i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai **filosofi dell'antica Grecia...**

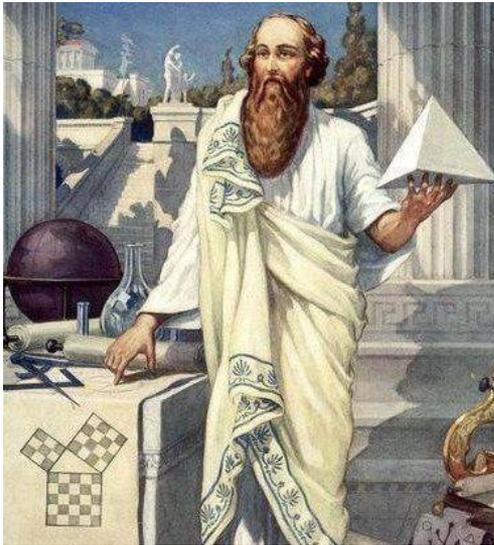


## 2. Anassimandro (circa 610–546 a.C.)

- **Contributi principali:** Allievo di Talete, Anassimandro suggerì che il principio fondamentale fosse un'entità indefinita, chiamata **àpeiron** (illimitato o infinito). Elaborò una teoria sull'origine del mondo basata su processi naturali.
- **Importanza metodologica:** Introdusse un'idea evolutiva, ipotizzando che le creature viventi si fossero sviluppate gradualmente dall'umidità. Questo rappresenta uno dei primi tentativi di descrivere i fenomeni naturali con modelli teorici.

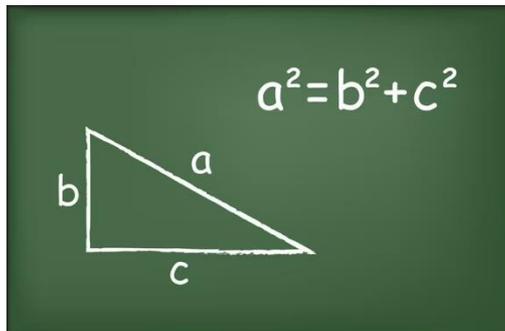
# L'Epoca pre-Elfenistica

In realtà già **nell'epoca pre-ellenistica** i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai **filosofi dell'antica Grecia...**



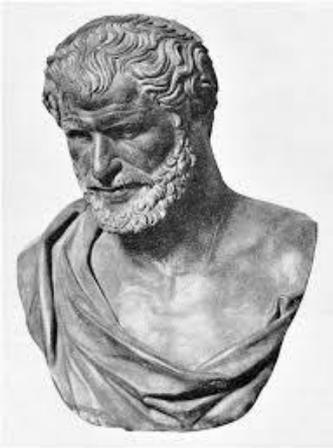
## 3. Pitagora e i Pitagorici (circa 570–495 a.C.)

- **Contributi principali:** Pitagora e la sua scuola svilupparono una visione matematica del mondo, credendo che i numeri fossero il principio ultimo di tutte le cose. I Pitagorici collegarono i fenomeni naturali a proporzioni numeriche, gettando le basi per l'applicazione della matematica alla scienza.
- **Importanza metodologica:** Introdussero il concetto di armonia universale, che influenzò profondamente la successiva scienza greca, specialmente l'astronomia.



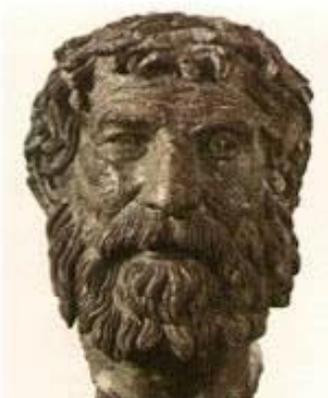
# L'Epoca pre-Elfenistica

In realtà già **nell'epoca pre-ellenistica** i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai **filosofi dell'antica Grecia...**



## 4. Eraclito (circa 535–475 a.C.)

- **Contributi principali:** Eraclito è noto per la sua teoria del cambiamento costante e del "logos", un principio universale che governa il cosmo.
- **Importanza metodologica:** Propose che i fenomeni naturali fossero regolati da leggi universali comprensibili attraverso il ragionamento, anticipando l'idea di un universo ordinato.



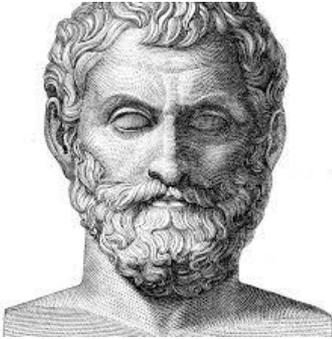
## 5. Empedocle (circa 494–434 a.C.)

- **Contributi principali:** Formulò una teoria basata su quattro elementi fondamentali (terra, acqua, aria e fuoco) e introdusse forze come amore e odio per spiegare i cambiamenti nel mondo.
- **Importanza metodologica:** Sebbene ancora legato a concetti mitologici, cercò di spiegare i fenomeni naturali attraverso un modello razionale basato su elementi fondamentali.

# L'Epoca pre-Elfenistica

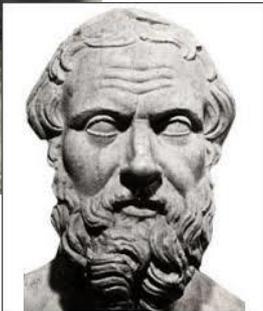
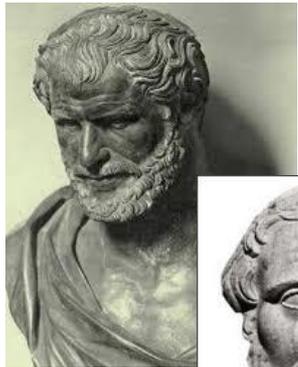
In realtà già nell'epoca pre-ellenistica i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai filosofi dell'antica Grecia...

## Atomismo



### 6. Anassagora (circa 500–428 a.C.)

- **Contributi principali:** Propose una teoria in cui il cosmo era composto da particelle infinitesimali governate dal **nous** (intelletto o mente).
- **Importanza metodologica:** Introdusse l'idea di causalità naturale e propose spiegazioni razionali per fenomeni celesti, come le eclissi.



### 7. Democrito e Leucippo (V secolo a.C.)

- **Contributi principali:** Questi filosofi svilupparono la teoria atomistica, secondo cui tutta la materia è composta da atomi indivisibili che si muovono nel vuoto.
- **Importanza metodologica:** Fornirono un modello meccanicistico della natura, anticipando idee centrali della fisica moderna.

# L'Epoca pre-Elfenistica

In realtà già nell'epoca pre-ellenistica i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai filosofi dell'antica Grecia...

## Atomismo

### 1 *De rerum natura*

Il *De rerum natura* (*La natura*) è il poema in cui Lucrezio descrive organicamente tutto l'universo, dalla formazione della materia, alla vita delle cose e degli organismi, all'esame del cosmo attraverso i suoi fenomeni.

#### *Canto I*

Enuncia il concetto essenziale della sua dottrina.

La materia è unica, formata da atomi minimi e impalpabili; il vento, il caldo, il freddo, gli odori, i suoni sono particelle invisibili che non si riducono mai al nulla, ma si trasformano incessantemente, mescolandosi con il vuoto in cui si muovono e che è presente in tutte le cose, come appare dall'acqua stillante dalla roccia. L'universo è infinito attraversato incessantemente dagli atomi in un perenne incontrarsi e scontrarsi.

#### *Canto II*

È dedicato agli atomi e al loro moto.

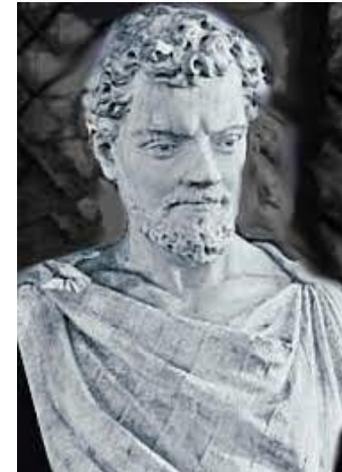
Gli atomi sono in un velocissimo moto perenne, con una leggera deviazione (*clinamen*) rispetto alla linea retta così da consentirne l'aggregarsi nelle forme corporee.

La varietà delle forme degli atomi dà origine alle diverse figure degli esseri; dal conflitto tra atomi vitali ed essenziali discende la vita o la morte. Il perenne processo di composizione e disgregazione attribuisce le qualità ai corpi, che gli atomi in sé non possiedono. Il dolore dipende da un'abnorme eccitazione degli atomi.

#### *Canto III*

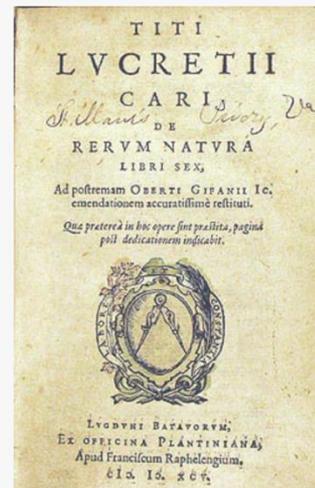
Tratta dell'anima e della morte.

Atomi lievissimi, da non alterare il peso corporeo, formano l'anima, che si distingue in un *animus* con sede nel petto e che presiede sull'anima, diffusa in tutto il corpo. L'anima nasce, cresce e invecchia con il corpo, è soggetta a malattie e a perire. La morte come il sonno spegne ogni desiderio della vita: vana quindi la paura della morte.



**Tito Lucrezio Caro  
(98-54 a. C.)**

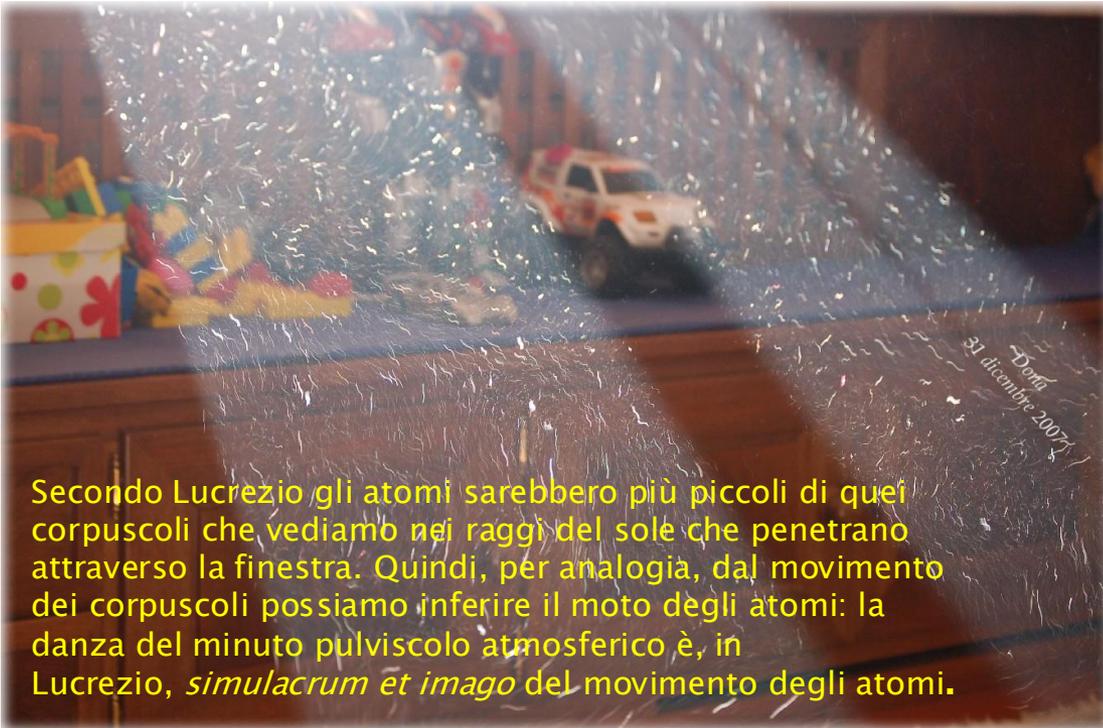
Poeta latino dell'età di Cicerone (periodo aureo) divulgatore dell'epicureismo a Roma, autore del *De rerum natura*.



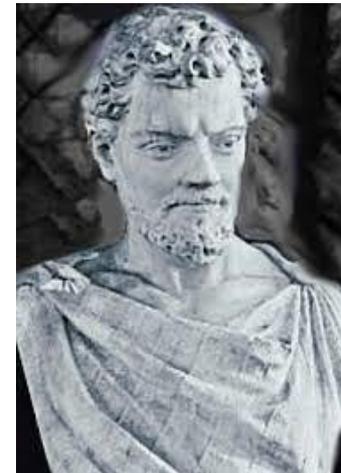
# L'Epoca pre-Elfenistica

In realtà già nell'epoca pre-ellenistica i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai filosofi dell'antica Grecia...

## Atomismo



Secondo Lucrezio gli atomi sarebbero più piccoli di quei corpuscoli che vediamo nei raggi del sole che penetrano attraverso la finestra. Quindi, per analogia, dal movimento dei corpuscoli possiamo inferire il moto degli atomi: la danza del minuto pulviscolo atmosferico è, in Lucrezio, *simulacrum et imago* del movimento degli atomi.



**Tito Lucrezio Caro  
(98-54 a. C.)**

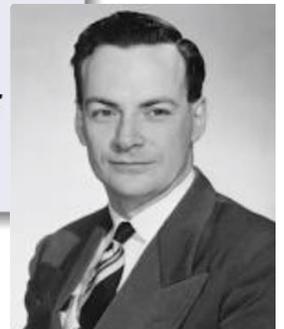
Poeta latino dell'età di Cicerone (periodo aureo) divulgatore dell'epicureismo a Roma, autore del *De rerum natura*.

# L'Epoca pre-Elfenistica

In realtà già nell'epoca pre-ellenistica i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai filosofi dell'antica Grecia...

## Atomismo

*Se in un cataclisma andasse distrutta tutta la conoscenza scientifica, e soltanto una frase potesse essere trasmessa alle generazioni successive, quale affermazione conterrebbe la massima quantità di informazioni nel numero minimo di parole? Io credo che sarebbe l'ipotesi atomistica (o dato di fatto atomico, o comunque vogliamo chiamarlo) secondo cui tutte le cose sono fatte di atomi, piccole particelle che si agitano con un moto perpetuo, attraendosi quando sono un po' distanti una dall'altra, ma respingendosi quando sono schiacciate una contro l'altra. In questa singola frase c'è un'enorme quantità di informazione sul mondo che ci circonda, se soltanto ci si riflette sopra con un po' di immaginazione.*



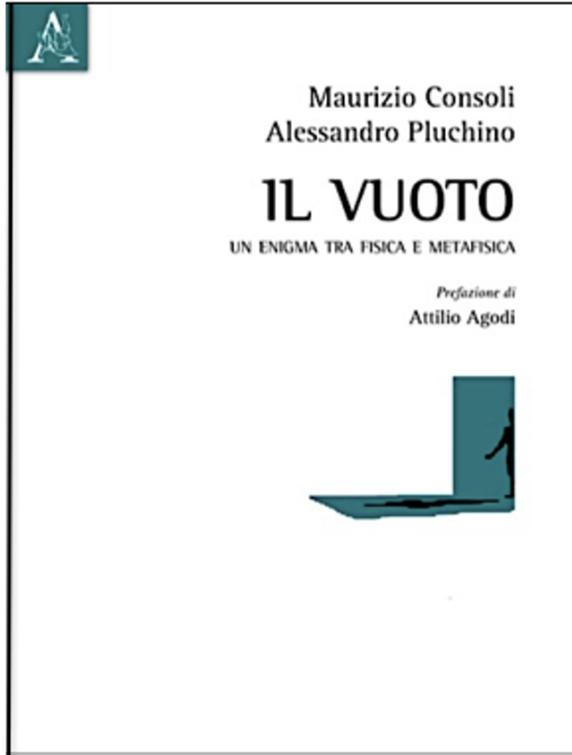
R.P.Feynman  
1918-1988

# L'Epoca pre-Elfenistica

In realtà già nell'epoca pre-ellenistica i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai filosofi dell'antica Grecia...

## Atomismo

2015



### 8.1 Il mondo in una visione idealizzata

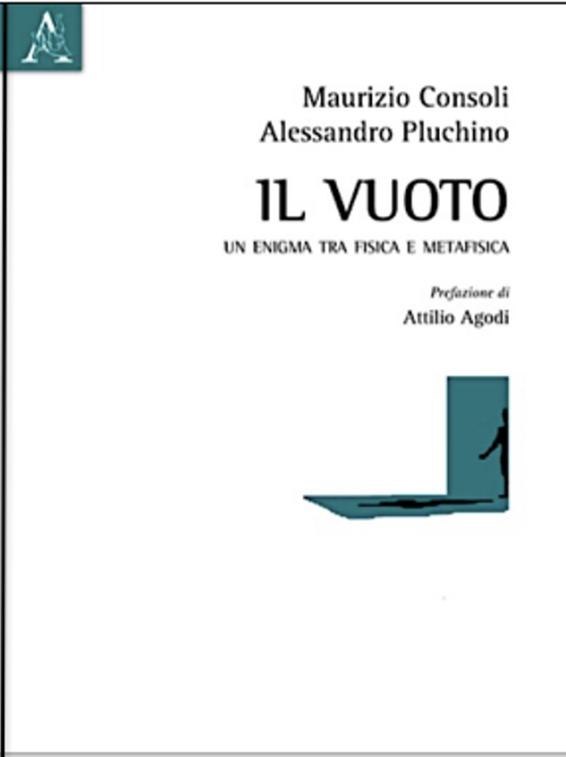
[...] Seguendo il suggerimento di Feynman, e proprio perché la concezione dei primi atomisti era una pura creazione dell'intelletto, si potrebbe allora partire da essa. A questo scopo, designeremo Atomi e Vuoto gli enti elementari della loro descrizione. L'uso delle iniziali maiuscole sta ad indicare che Atomi e Vuoto hanno esattamente lo stesso significato che veniva dato loro da Leucippo e Democrito (vedi Cap.4). Cioè, gli Atomi, impenetrabili ed eterni, sono i corpi primi, quelli il cui movimento vorticoso, che Democrito chiama necessità, sta alla base di tutto. Il Vuoto, come abbiamo ricordato, va inteso come 'non-Atomi' ed, in questo senso, sarebbe 'non- essere'. Però esiste a tutti gli effetti. Esso ha il significato di spazio non occupato dagli Atomi ed è essenziale perché ci possa essere il loro movimento. [...]

# L'Epoca pre-Elfenistica

In realtà già nell'epoca pre-ellenistica i primi vagiti del pensiero scientifico e del metodo razionale ipotetico-deduttivo avevano iniziato a svilupparsi grazie ai filosofi dell'antica Grecia...

## Atomismo

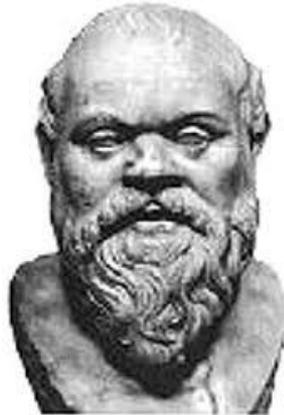
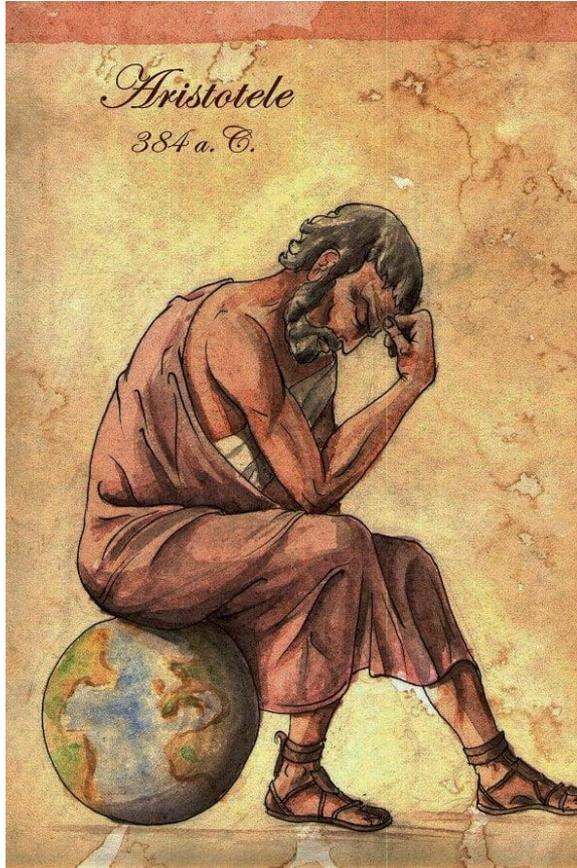
2015



## Lezione 19



# Preludio all'Ellenismo

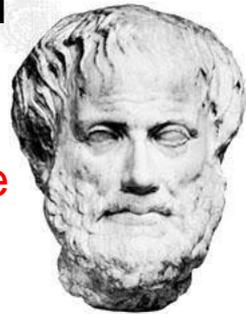


**Socrate** (470–399 a.C.)

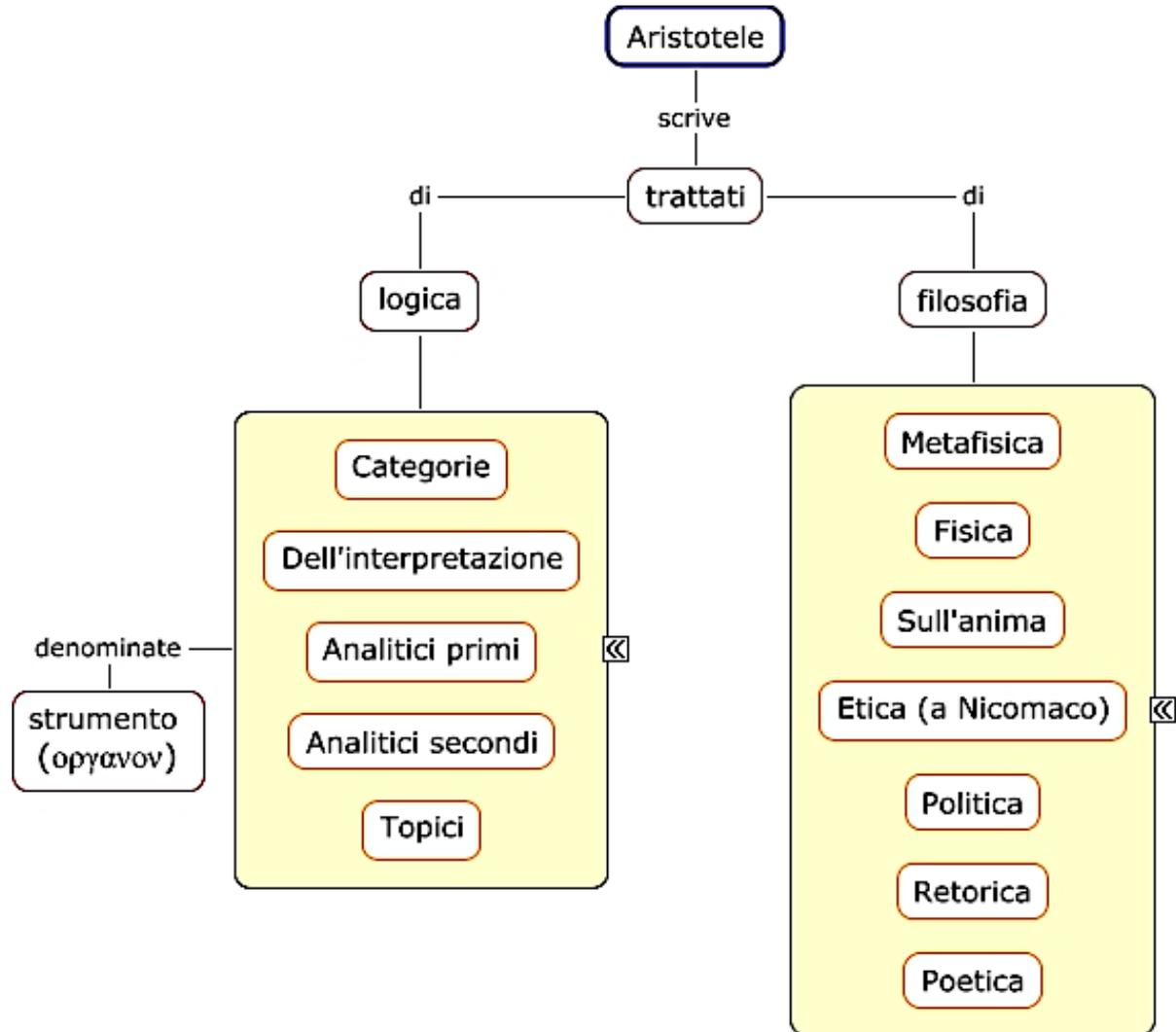
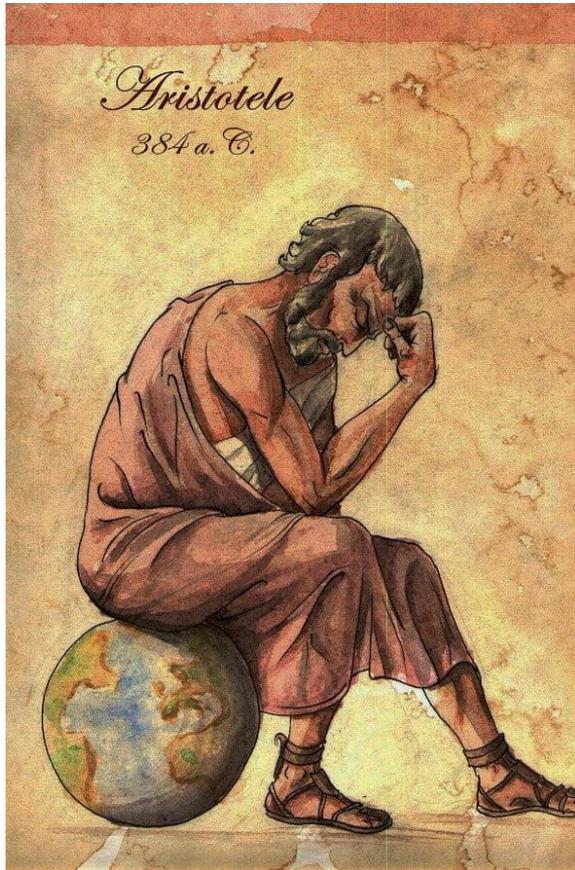


**Platone** (428–348 a.C.)

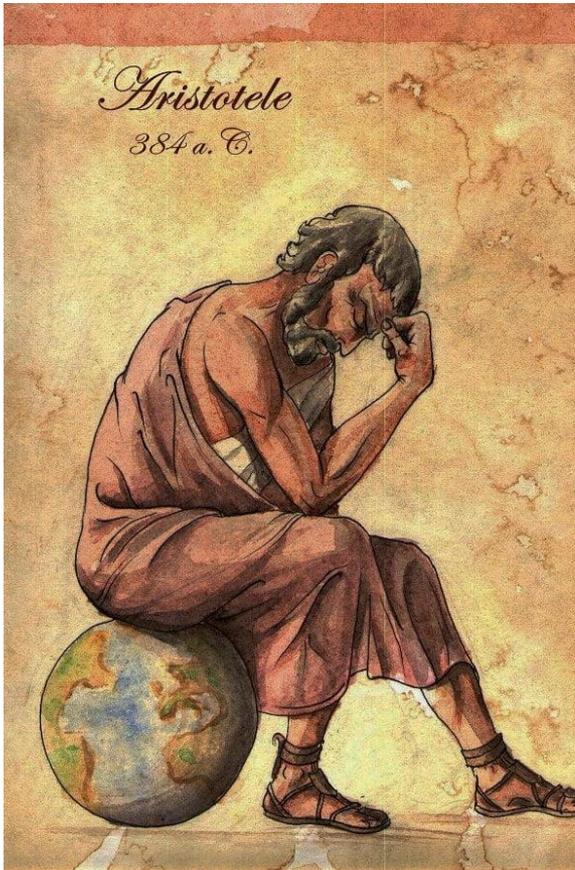
**Aristotele** (384–322 a.C.) è spesso considerato uno dei più grandi precursori del pensiero scientifico, in quanto sviluppò un **approccio sistematico alla conoscenza basato sull'osservazione, la classificazione e la logica**. Anche se il suo metodo differisce dal metodo scientifico moderno, molte delle sue idee influenzarono profondamente il pensiero occidentale per secoli.



# Preludio all'Ellenismo



# Preludio all'Ellenismo



## Contributi principali di Aristotele:

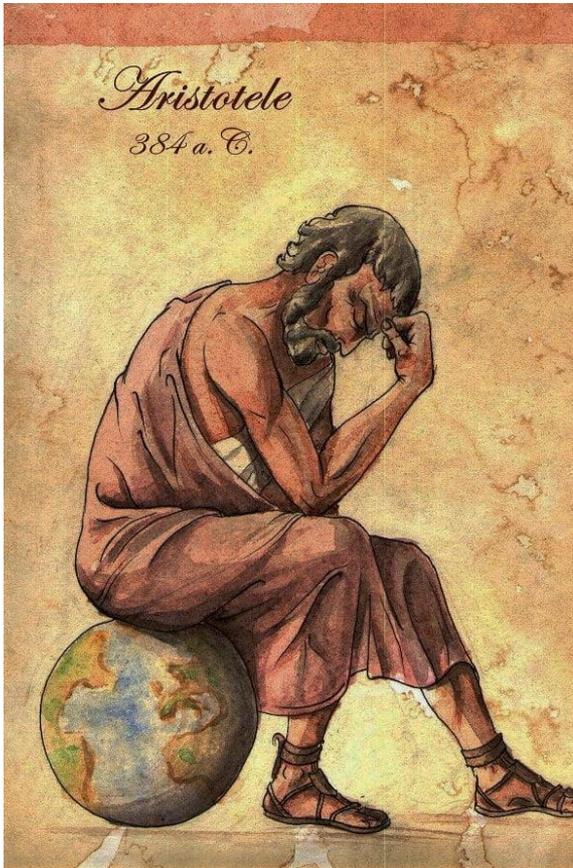
1. **Osservazione e classificazione:** Aristotele sviluppò uno dei primi approcci sistematici all'osservazione della natura, specialmente in biologia. Studiò animali e piante, classificandoli in base a caratteristiche comuni, ponendo le basi per la tassonomia moderna.
2. **Logica deduttiva:** Formulò il concetto di **logica sillogistica**, che divenne un pilastro del pensiero razionale. Per Aristotele, il ragionamento deduttivo era essenziale per costruire conoscenze certe a partire da principi generali.
3. **Causalità:** Introdusse il concetto delle **quattro cause** (materiale, formale, efficiente, finale) per spiegare i fenomeni naturali. Questa idea rimase centrale nella scienza per molti secoli.
4. **Approccio empirico:** Pur non usando esperimenti controllati, Aristotele valorizzava l'osservazione diretta del mondo naturale come strumento per costruire teorie, distinguendosi da filosofi precedenti più orientati all'astrazione.

# Preludio all'Ellenismo

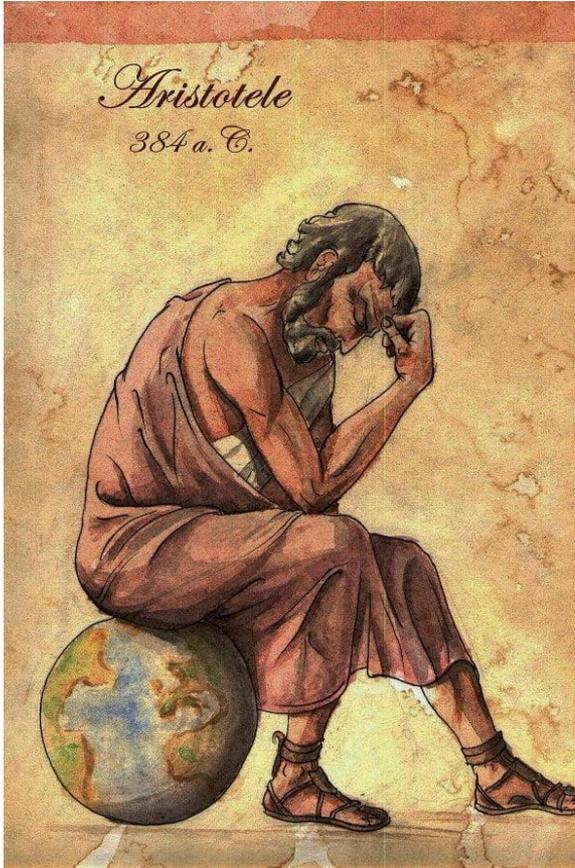
## Temi chiave nelle opere di Aristotele sul mondo fisico:

- **La teoria dei quattro elementi:** Il mondo sublunare è composto da terra, acqua, aria e fuoco, che si combinano e si trasformano.
- **Il movimento:** Distinzione tra movimento naturale e forzato; il movimento ha sempre una causa.
- **Il cosmo finito e geocentrico:** L'universo è sferico, finito, con la Terra al centro.
- **L'etere:** Il quinto elemento, che costituisce i corpi celesti ed è eterno e incorruttibile.

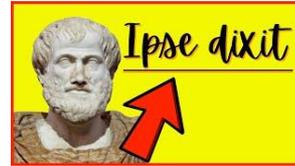
Queste opere hanno rappresentato il punto di riferimento principale per il pensiero scientifico e filosofico fino al Medioevo, quando vennero integrate e reinterpretate dai filosofi scolastici.



# Preludio all'Ellenismo



## L'impatto dell'ipse dixit



### 1. Dogmatismo e autorità:

- Le affermazioni di Aristotele furono trattate come verità assolute, spesso senza essere messe in discussione.
- Ciò portò a un **approccio dogmatico** nella scienza e nella filosofia, dove l'autorità del passato prevaleva sull'osservazione e sull'esperienza diretta.

### 2. Influenza sulla filosofia naturale:

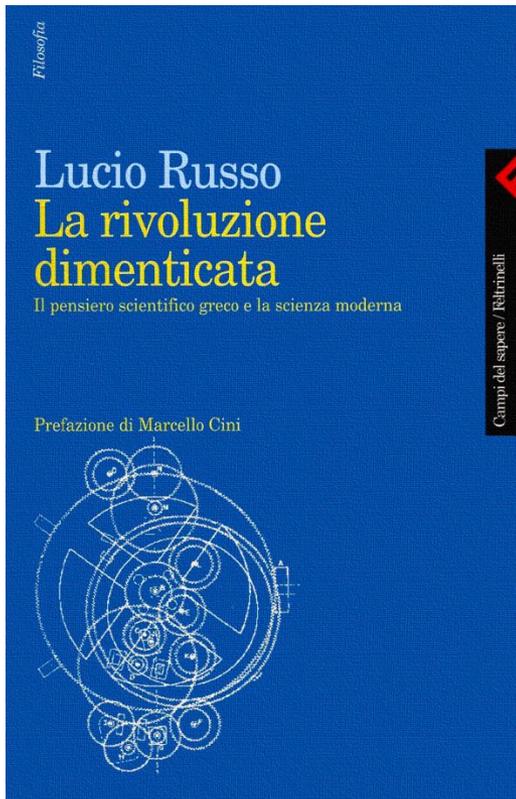
- La fisica aristotelica, basata sull'idea di elementi, movimento naturale e movimento forzato, dominò il pensiero medievale. Ad esempio, l'idea che gli oggetti più pesanti cadano più velocemente divenne incontestabile.
- L'astronomia tolemaica, basata su principi aristotelici, restò il modello cosmologico dominante, anche se conteneva incongruenze con le osservazioni empiriche.

### 3. Ostacolo al progresso scientifico:

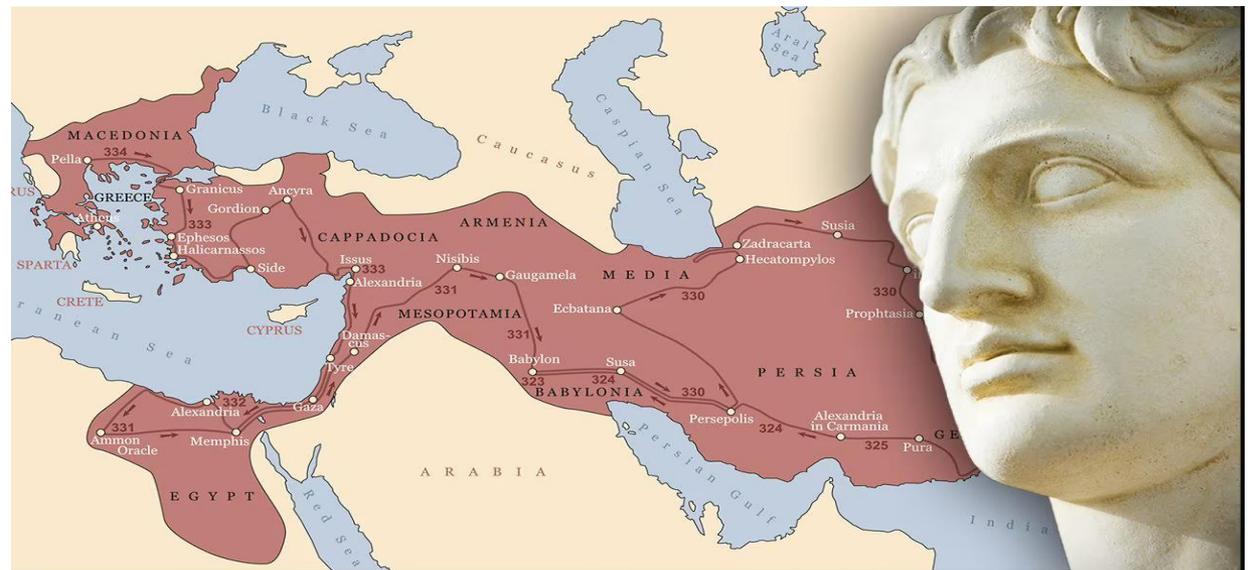
- La venerazione per Aristotele frenò l'innovazione e la sperimentazione. Chi sfidava le sue idee rischiava di essere ostracizzato o perseguitato, come nel caso di Ruggero Bacone, che criticava l'eccessiva dipendenza dagli "antichi".
- Questo atteggiamento persisteva nelle università medievali, dove Aristotele era considerato il punto di partenza e di arrivo del sapere.

# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...



323 a.C.- 31 a.C.



# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...

## Aristarco di Samo (circa 310 a.C. – 230 a.C.)

- **Contributo:** Primo a proporre un modello eliocentrico dell'universo, in cui il Sole era al centro e i pianeti, inclusa la Terra, ruotavano intorno ad esso. Stimò le dimensioni relative e le distanze della Terra, del Sole e della Luna usando metodi geometrici.
- **Eredità:** Le sue idee furono rivoluzionarie, anche se rifiutate all'epoca. Solo secoli dopo, Copernico riprese il modello eliocentrico, dimostrando il valore della visione di Aristarco.



# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...

## Euclide (circa 300 a.C.)



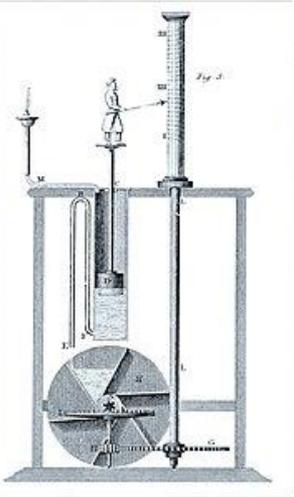
- **Contributo:** Matematico greco noto come il "Padre della Geometria". La sua opera *Elementi* è una delle più influenti nella storia della matematica. Il testo sistematizza il sapere geometrico dell'epoca, presentando assiomi e teoremi con rigore deduttivo.
- **Eredità:** La struttura logica e rigorosa degli *Elementi* influenzò non solo la matematica, ma anche il pensiero scientifico in generale, ponendo le basi per la fisica teorica e il metodo scientifico.

# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...

## Ctesibio (circa 285 a.C. – 222 a.C.)

- **Contributo:** Inventore e ingegnere, considerato il fondatore della pneumatica. Ideò il primo orologio ad acqua preciso (clepsidra) e sviluppò numerosi dispositivi basati sull'aria compressa e il vuoto, come pompe e cannoni pneumatici.
- **Eredità:** Le sue innovazioni gettarono le basi per la meccanica dei fluidi e per i successivi studi sulla pneumatica. È anche ricordato per il suo approccio sperimentale, che influenzò Erone di Alessandria e altri.



# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...



## Archimede (circa 287 a.C. – 212 a.C.)

- **Matematica:**
  - **Teoria delle aree e dei volumi:** Anticipò il calcolo integrale sviluppando metodi per calcolare aree sotto curve e volumi di solidi irregolari, come la sfera e il paraboloido.
  - **Metodo di esaustione:** Un approccio rigoroso per calcolare approssimazioni di  $\pi$  e altre grandezze geometriche, prefigurando il calcolo infinitesimale.
  - **Numeri grandi:** Nell'opera *Arenario*, introdusse un sistema per esprimere numeri enormi, descrivendo il numero di granelli di sabbia necessari per riempire l'universo.

# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...



## Archimede (circa 287 a.C. – 212 a.C.)

- **Fisica:**
  - **Principio di Archimede:** Scopri la spinta idrostatica, dimostrando che un corpo immerso in un fluido subisce una forza ascensionale pari al peso del fluido spostato.
  - **Leve e macchine semplici:** Formulò la teoria delle leve e dei centri di gravità, affermando: "Datemi un punto d'appoggio e solleverò il mondo."
  - **Idraulica:** Creò il coclea di Archimede, un dispositivo per sollevare acqua ancora in uso oggi in applicazioni agricole e industriali.

# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...



## Archimede (circa 287 a.C. – 212 a.C.)

- **Dispositivi militari:**
  - Ideò macchine da guerra come catapulte, gru e specchi ustori (sebbene l'esistenza di questi ultimi sia oggetto di dibattito), per difendere Siracusa dall'assedio romano.
  - Le sue invenzioni militari ritardarono l'assedio del console romano Marco Claudio Marcello.
- **Macchine civili:**
  - Progettò ingranaggi e meccanismi per usi pratici, come sistemi per spostare grandi masse (ad esempio, navi) sfruttando principi meccanici avanzati.
  - Inventò il planetario, un modello meccanico per rappresentare i moti dei corpi celesti.

# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...

## Eratostene (circa 276 a.C. – 194 a.C.)

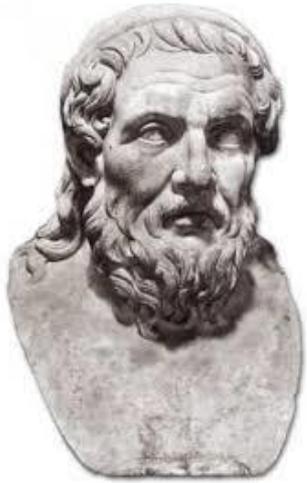
- **Contributo:** Astronomo, geografo e matematico, calcolò la circonferenza della Terra con sorprendente precisione utilizzando le misure delle ombre in due città. Fu anche il primo a ideare un sistema per determinare le dimensioni della Terra e delle sue zone climatiche.
- **Eredità:** Il suo metodo geometrico e l'approccio analitico lo rendono un pioniere nella scienza geografica. È anche noto per aver inventato il "crivello di Eratostene" per trovare i numeri primi.



# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...

## Apollonio di Perga (circa 262 a.C. – 190 a.C.)



- Il suo trattato *Coniche* è l'opera più famosa e rappresenta una pietra miliare nello studio delle sezioni coniche (ellissi, parabole, iperboli).
- Apollonio introdusse termini ancora oggi in uso e sviluppò concetti geometrici fondamentali per la matematica e l'astronomia.
- Il suo lavoro fu una base cruciale per gli studi successivi di Keplero e Newton, che applicarono le coniche alla descrizione delle orbite planetarie.
- Apollonio contribuì allo sviluppo dei modelli geometrici utilizzati nell'astronomia ellenistica, come gli **epicicli** e i **deferenti**, che furono poi perfezionati da Tolomeo nel *Almagesto*.

# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...



## Ipparco (circa 190 a.C. – 120 a.C.)

- **Contributo:** Fondatore della trigonometria e pioniere dell'astronomia osservativa. Fu il primo a creare un catalogo dettagliato delle stelle, scoprì la precessione degli equinozi e migliorò i metodi per prevedere le eclissi.
- **Eredità:** I suoi metodi influenzarono profondamente Tolomeo e il suo *Almagesto*. È considerato uno dei primi scienziati a utilizzare strumenti per misurazioni precise.

# L'Epoca Ellenistica

Ma è nell'**Ellenismo** che, secondo Lucio Russo, la **scienza moderna** trova le proprie radici più profonde, con innovazioni e sviluppi che anticiparono Galileo e Newton di quasi 2000 anni. Nel saggio di Russo viene presentata una "riscoperta" archeologica e teorica del **pensiero scientifico ellenistico**, che abbraccia discipline quali astronomia, matematica, fisica e medicina. Noi ci concentreremo ovviamente sulle prime tre, presentandone i principali protagonisti...

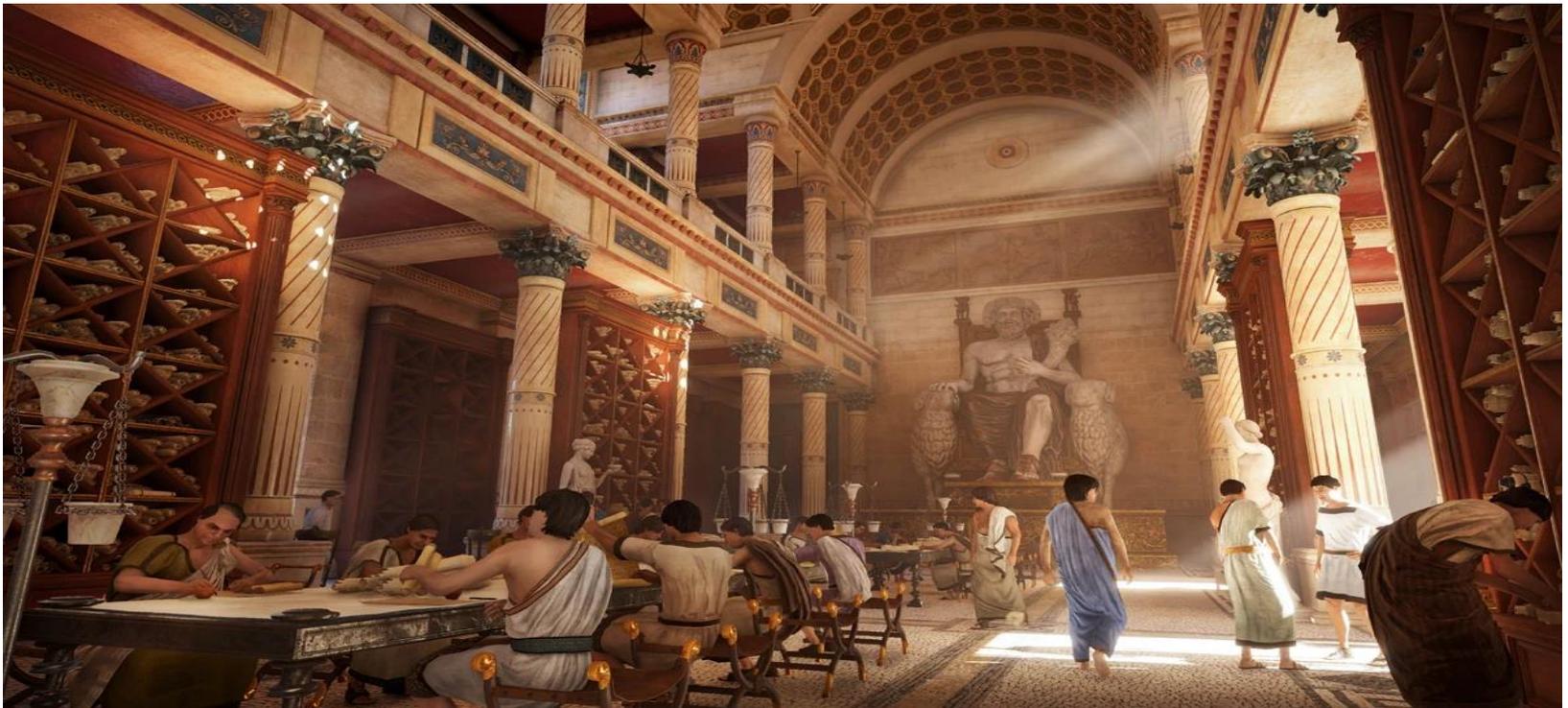
## La macchina di Anticitera (circa 150-100 a.C.)



- **Descrizione:** È un dispositivo meccanico scoperto in un relitto vicino all'isola greca di Anticitera. Si tratta di un complesso calcolatore analogico progettato per calcolare e prevedere eventi astronomici, come eclissi, fasi lunari e posizioni planetarie.
- **Struttura:** Composta da un intricato sistema di ruote dentate in bronzo, mostra una straordinaria conoscenza della meccanica e della geometria. Il livello di miniaturizzazione e precisione meccanica è sorprendente, persino secondo gli standard moderni.
- **Funzionamento:**
  - Utilizzava ingranaggi differenziali per modellare i movimenti irregolari dei corpi celesti.
  - Poteva mostrare simultaneamente calendari multipli, fasi lunari e i cicli metonici e saros (utilizzati per prevedere eclissi).

# L'Eredità Ellenistica

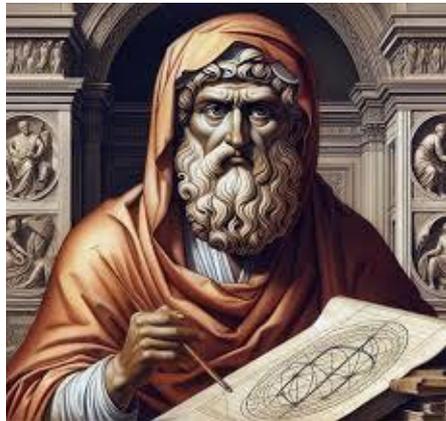
Un ruolo essenziale nel preservare, almeno in parte, l'eredità ellenistica per alcuni dei secoli successivi ruotò attorno ad **Alessandria d'Egitto** e alla sua già citata **Biblioteca**, dove già Eratostene, Aristarco ed Ipparco avevano lavorato. Nell'era Cristiana, però, **l'influenza del pensiero Aristotelico** e soprattutto del **crescente potere della Chiesa Cattolica** (poi unificati, nel Medioevo, dalla Teologia di San Tommaso) produssero il progressivo **declino** della Biblioteca (chiusa nel 391 d.C.) e il definitivo **oblio** dell'eredità ellenistica, fino alla sua riscoperta Rinascimentale...



# L'Eredità Ellenistica

Un ruolo essenziale nel preservare, almeno in parte, l'eredità ellenistica per alcuni dei secoli successivi ruotò attorno ad **Alessandria d'Egitto** e alla sua già citata **Biblioteca**, dove già Eratostene, Aristarco ed Ipparco avevano lavorato. Nell'era Cristiana, però, **l'influenza del pensiero Aristotelico** e soprattutto del **crescente potere della Chiesa Cattolica** (poi unificati, nel Medioevo, dalla Teologia di San Tommaso) produssero il progressivo **declino** della Biblioteca (chiusa nel 391 d.C.) e il definitivo **oblio** dell'eredità ellenistica, fino alla sua riscoperta Rinascimentale...

## Erone di Alessandria (circa 10 d.C. – 70 d.C.)



- **Contributo:** Matematico e ingegnere noto per l'invenzione di macchine automatiche e dispositivi meccanici. Tra le sue opere principali:
  - La macchina a vapore (*eolipila*), precursore delle moderne turbine a vapore.
  - Dispositivi automatici per teatri, come porte automatiche e "macchine sceniche".
  - Trattati tecnici come *Pneumatica* e *Meccanica*, che descrivono dettagliatamente strumenti e applicazioni meccaniche.
- **Eredità:** Erone è stato un pioniere dell'automazione. Sebbene molte delle sue invenzioni rimanessero curiosità tecnologiche, il suo lavoro dimostra il livello avanzato della tecnologia ellenistica.

# L'Eredità Ellenistica

Un ruolo essenziale nel preservare, almeno in parte, l'eredità ellenistica per alcuni dei secoli successivi ruotò attorno ad **Alessandria d'Egitto** e alla sua già citata **Biblioteca**, dove già Eratostene, Aristarco ed Ipparco avevano lavorato. Nell'era Cristiana, però, **l'influenza del pensiero Aristotelico** e soprattutto del **crescente potere della Chiesa Cattolica** (poi unificati, nel Medioevo, dalla Teologia di San Tommaso) produssero il progressivo **declino** della Biblioteca (chiusa nel 391 d.C.) e il definitivo **oblio** dell'eredità ellenistica, fino alla sua riscoperta Rinascimentale...



## Tolomeo (circa 100 d.C. – 170 d.C.)

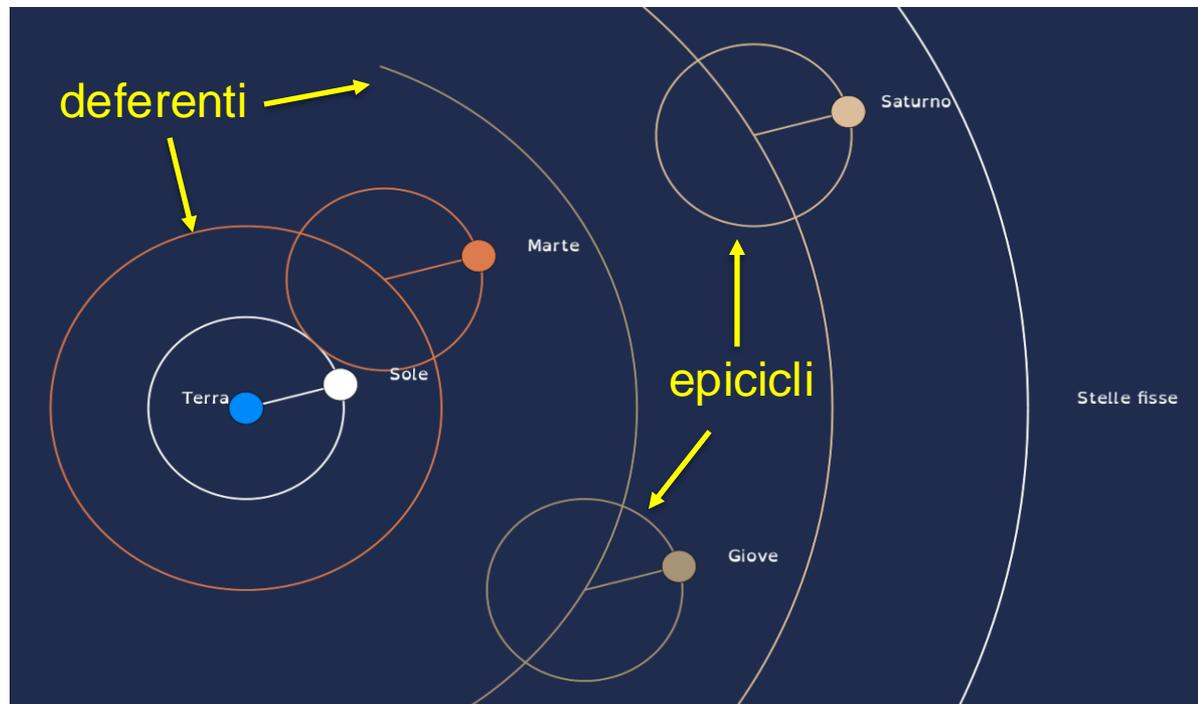
- **Contributo:** Astronomo e geografo che sistematizzò il modello geocentrico nel *Almagesto*, basandosi su osservazioni precedenti, inclusi i contributi di Ipparco. La sua opera *Geografia* fornisce una visione dettagliata del mondo antico.
- **Eredità:** Sebbene il suo sistema geocentrico sia stato superato da Copernico, rimase il modello dominante per secoli. La sua influenza perdura nella cartografia e nell'astronomia storica.

# L'Eredità Ellenistica

Un ruolo essenziale nel preservare, almeno in parte, l'eredità ellenistica per alcuni dei secoli successivi ruotò attorno ad **Alessandria d'Egitto** e alla sua già citata **Biblioteca**, dove già Eratostene, Aristarco ed Ipparco avevano lavorato. Nell'era Cristiana, però, **l'influenza del pensiero Aristotelico** e soprattutto del **crescente potere della Chiesa Cattolica** (poi unificati, nel Medioevo, dalla Teologia di San Tommaso) produssero il progressivo **declino** della Biblioteca (chiusa nel 391 d.C.) e il definitivo **oblio** dell'eredità ellenistica, fino alla sua riscoperta Rinascimentale...



Tolomeo (circa 100 d.C. – 170 d.C.)



# L'Eredità Ellenistica

Un ruolo essenziale nel preservare, almeno in parte, l'eredità ellenistica per alcuni dei secoli successivi ruotò attorno ad **Alessandria d'Egitto** e alla sua già citata **Biblioteca**, dove già Eratostene, Aristarco ed Ipparco avevano lavorato. Nell'era Cristiana, però, **l'influenza del pensiero Aristotelico** e soprattutto del **crescente potere della Chiesa Cattolica** (poi unificati, nel Medioevo, dalla Teologia di San Tommaso) produssero il progressivo **declino** della Biblioteca (chiusa nel 391 d.C.) e il definitivo **oblio** dell'eredità ellenistica, fino alla sua riscoperta Rinascimentale...

## Ipazia di Alessandria (circa 360 – 415 d.C.)

### 1. Vita e contesto storico

- **Origini:** Figlia del matematico e filosofo Teone di Alessandria, crebbe in un ambiente intellettuale privilegiato, frequentando il Museo e la Biblioteca di Alessandria.
- **Ruolo ad Alessandria:** Fu direttrice della scuola neoplatonica di Alessandria, dove insegnò matematica, astronomia e filosofia. Era rispettata e ammirata per la sua intelligenza e il suo carisma, attirando studenti da tutto il mondo mediterraneo.
- **Religione e politica:** In un periodo di crescenti tensioni religiose tra pagani e cristiani, Ipazia rimase un simbolo della tradizione razionalista e pagana, il che la rese una figura controversa.



# L'Eredità Ellenistica

Un ruolo essenziale nel preservare, almeno in parte, l'eredità ellenistica per alcuni dei secoli successivi ruotò attorno ad **Alessandria d'Egitto** e alla sua già citata **Biblioteca**, dove già Eratostene, Aristarco ed Ipparco avevano lavorato. Nell'era Cristiana, però, **l'influenza del pensiero Aristotelico** e soprattutto del **crescente potere della Chiesa Cattolica** (poi unificati, nel Medioevo, dalla Teologia di San Tommaso) produssero il progressivo **declino** della Biblioteca (chiusa nel 391 d.C.) e il definitivo **oblio** dell'eredità ellenistica, fino alla sua riscoperta Rinascimentale...

## Ipazia di Alessandria (circa 360 – 415 d.C.)

### 2. Contributi alla scienza e alla filosofia

- **Matematica:**
  - Collaborò con suo padre Teone alla revisione e al commento dell'opera di Euclide, contribuendo a preservare *Gli Elementi*, il testo fondativo della geometria.
  - Scrisse commentari su opere di Apollonio e Diofanto, gettando le basi per il successivo sviluppo dell'algebra.
- **Astronomia:**
  - Migliorò strumenti astronomici come l'astrolabio e l'idroscopio, usati per calcolare la posizione delle stelle e misurare i liquidi.
  - È accreditata di aver lavorato sul miglioramento del planisfero, uno strumento per rappresentare il cielo stellato.
- **Filosofia:**
  - Insegnò il neoplatonismo, una filosofia che cercava di unire logica, matematica e metafisica, promuovendo un approccio razionale e spirituale alla conoscenza.
  - Era considerata un intermediario tra la tradizione ellenistica e i primi sviluppi del pensiero medievale.



# L'Eredità Ellenistica

Un ruolo essenziale nel preservare, almeno in parte, l'eredità ellenistica per alcuni dei secoli successivi ruotò attorno ad **Alessandria d'Egitto** e alla sua già citata **Biblioteca**, dove già Eratostene, Aristarco ed Ipparco avevano lavorato. Nell'era Cristiana, però, **l'influenza del pensiero Aristotelico** e soprattutto del **crescente potere della Chiesa Cattolica** (poi unificati, nel Medioevo, dalla Teologia di San Tommaso) produssero il progressivo **declino** della Biblioteca (chiusa nel 391 d.C.) e il definitivo **oblio** dell'eredità ellenistica, fino alla sua riscoperta Rinascimentale...

## Ipazia di Alessandria (circa 360 – 415 d.C.)

### 3. Eredità e martirio

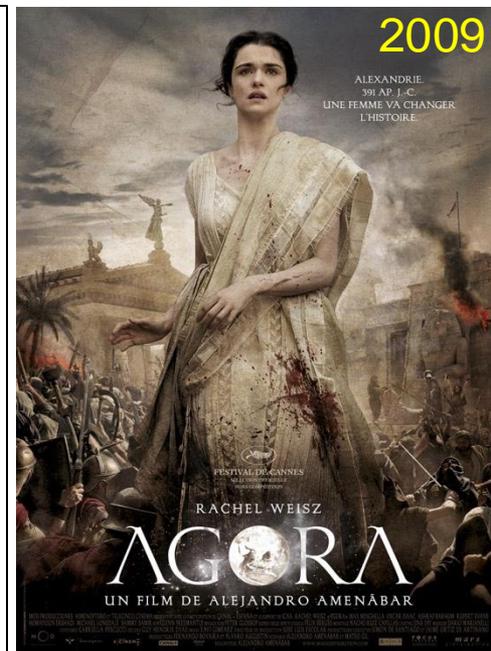
- **Contributo alla conservazione del sapere:**
  - Ipazia fu una figura chiave nella trasmissione della conoscenza scientifica ellenistica al tardo Impero Romano, mantenendo vive tradizioni che sarebbero state riscoperte solo durante il Rinascimento.
  - Il suo lavoro sui testi matematici e astronomici ebbe un'influenza duratura attraverso i commenti di studiosi arabi e bizantini.
- **Martirio:**
  - Ipazia fu brutalmente assassinata nel 415 d.C. da una folla istigata da fanatici religiosi, probabilmente per il suo ruolo simbolico di opposizione intellettuale e politica al vescovo Cirillo di Alessandria.
  - La sua morte è considerata da molti uno degli eventi simbolici della fine dell'era classica e del declino della scienza ellenistica.



# L'Eredità Ellenistica

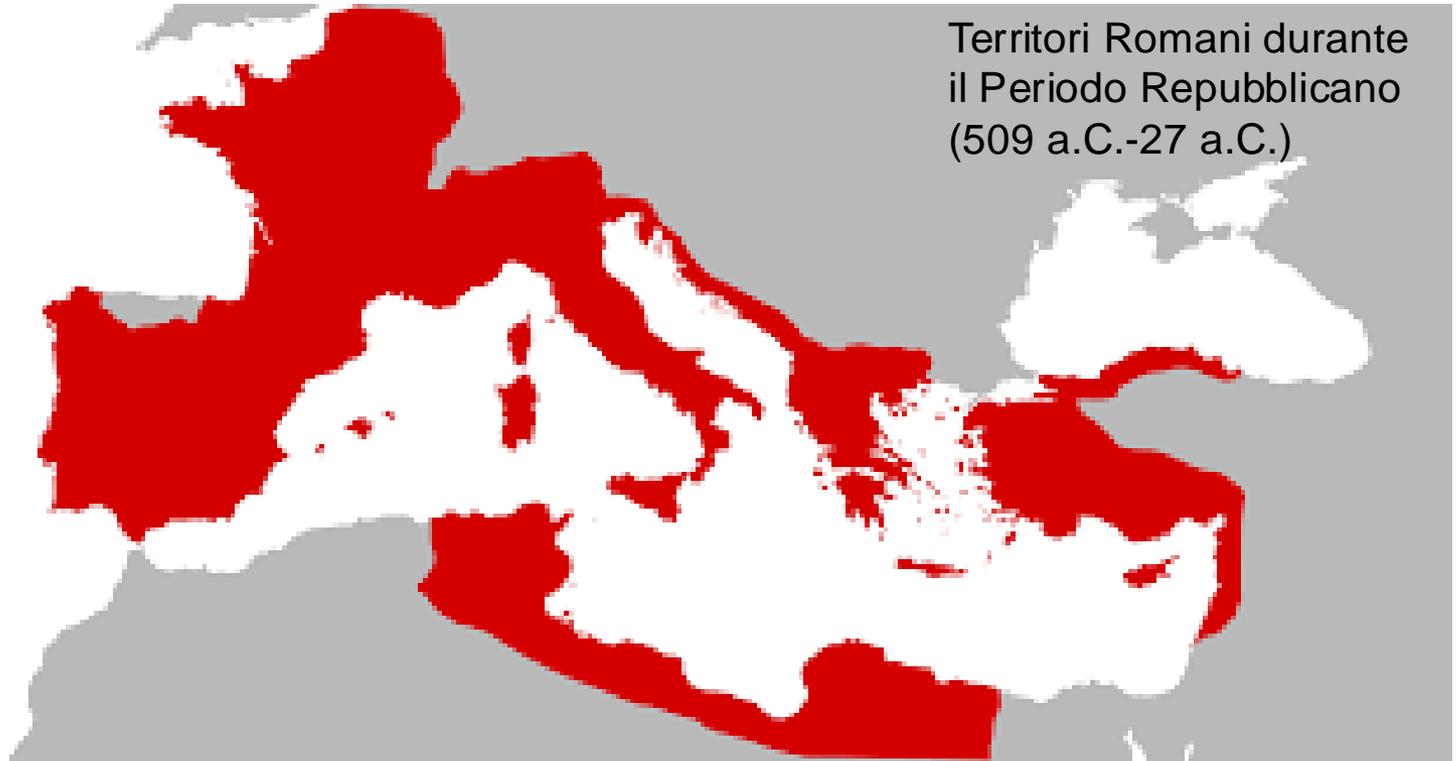
Un ruolo essenziale nel preservare, almeno in parte, l'eredità ellenistica per alcuni dei secoli successivi ruotò attorno ad **Alessandria d'Egitto** e alla sua già citata **Biblioteca**, dove già Eratostene, Aristarco ed Ipparco avevano lavorato. Nell'era Cristiana, però, **l'influenza del pensiero Aristotelico** e soprattutto del **crescente potere della Chiesa Cattolica** (poi unificati, nel Medioevo, dalla Teologia di San Tommaso) produssero il progressivo **declino** della Biblioteca (chiusa nel 391 d.C.) e il definitivo **oblio** dell'eredità ellenistica, fino alla sua riscoperta Rinascimentale...

Ipazia di Alessandria (circa 360 – 415 d.C.)



# Altre cause del declino Ellenistico

A parte la distruzione dei principali centri culturali ellenistici, come appunto Alessandria, che comportò la perdita di istituzioni fondamentali per la conservazione del sapere, secondo Russo la principale causa del **declino** della scienza ellenistica fu sicuramente la **progressiva conquista dei regni ellenistici da parte di Roma** (a partire dal 212 a.C. con la caduta di Siracusa e la morte di Archimede, fino al 30 a.C. con l'annessione dell'Egitto).



# Altre cause del declino Ellenistico

A parte la distruzione dei principali centri culturali ellenistici, come appunto Alessandria, che comportò la perdita di istituzioni fondamentali per la conservazione del sapere, secondo Russo la principale causa del **declino** della scienza ellenistica fu sicuramente la **progressiva conquista dei regni ellenistici da parte di Roma** (a partire dal 212 a.C. con la caduta di Siracusa e la morte di Archimede, fino al 30 a.C. con l'annessione dell'Egitto). **I motivi furono molteplici:**



- **Pragmatismo romano:** La cultura romana privilegiava applicazioni pratiche come il diritto e l'ingegneria militare rispetto alla ricerca teorica. Il sapere ellenistico, con il suo alto grado di astrazione, fu percepito come poco utile.
- **Mancanza di continuità:** Anche quando i Romani adottarono elementi della cultura greca, come la letteratura e la filosofia, la scienza non trovò lo stesso livello di attenzione. Autori romani come Plinio il Vecchio riportarono informazioni scientifiche ellenistiche senza comprenderne i fondamenti teorici.
- **Testi smarriti o censurati:**  
Molte opere originali di figure come Archimede, Eratostene, e Apollonio di Perga andarono perdute. Rimangono oggi solo pochi frammenti o citazioni indirette, spesso distorte.

# Altre cause del declino Ellenistico

A parte la distruzione dei principali centri culturali ellenistici, come appunto Alessandria, che comportò la perdita di istituzioni fondamentali per la conservazione del sapere, secondo Russo la principale causa del **declino** della scienza ellenistica fu sicuramente la **progressiva conquista dei regni ellenistici da parte di Roma** (a partire dal 212 a.C. con la caduta di Siracusa e la morte di Archimede, fino al 30 a.C. con l'annessione dell'Egitto). **I motivi furono molteplici:**



- **Differenze tra modelli economici:**
  - **Ellenismo:** La scienza e la tecnologia erano strettamente legate all'economia urbana e alla politica dei sovrani, che vedevano nella scienza uno strumento di potere.
  - **Roma:** L'economia romana si basava largamente sullo schiavismo e su una produzione agricola tradizionale, che riduceva la necessità di innovazioni tecnologiche. La tecnologia avanzata fu persino scoraggiata per timore di creare disoccupazione, come dimostra l'aneddoto dell'imperatore Vespasiano che rifiutò un paranco idraulico per "proteggere il lavoro manuale".
- **Declino delle città:** Con la decadenza delle città greche e la concentrazione del potere economico a Roma, l'ambiente favorevole alla scienza e alla tecnologia venne meno.

# Altre cause del declino Ellenistico

Abbiamo parlato di Euclide, Apollonio e Archimede come grandi matematici ellenistici. Ma la loro matematica si basava essenzialmente sulla cosiddetta «**algebra geometrica**», un approccio matematico che trattava problemi algebrici utilizzando metodi geometrici.

## Caratteristiche principali dell'algebra geometrica

### 1. Geometria come linguaggio universale:

- Gli ellenisti, soprattutto Euclide e altri autori dei secoli IV-III a.C., utilizzavano figure geometriche per rappresentare le relazioni matematiche.
- Problemi che oggi risolveremmo con equazioni erano rappresentati in termini di costruzioni geometriche.

### 2. Equazioni come aree e segmenti:

- Un termine algebrico come  $x^2$  era interpretato come l'area di un quadrato con lato  $x$ .
- Un termine  $xy$  rappresentava l'area di un rettangolo con lati  $x$  e  $y$ .
- Le equazioni quadratiche erano risolte come problemi di divisione di aree o costruzione di figure specifiche.

### 3. Assenza di simboli algebrici:

- Non esisteva un sistema simbolico come  $x$  o  $+$ . I Greci esprimevano i problemi verbalmente o attraverso diagrammi.
- Questo rendeva il loro approccio più intuitivo e visuale, ma anche meno flessibile rispetto all'algebra simbolica.

# Altre cause del declino Ellenistico

Questo approccio era sicuramente efficace, ma presentava anche **parecchi limiti**, legati anche al modo in cui gli antichi Greci rappresentavano i numeri e li concepivano...

## Limiti dell'algebra geometrica

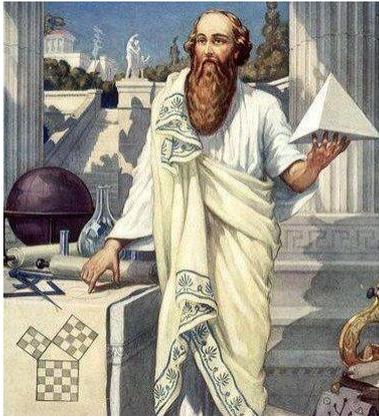
- **Mancanza di generalità:** L'approccio geometrico era visivo e concreto, ma meno flessibile rispetto all'algebra simbolica sviluppata successivamente da Indiani e Arabi.
- **Calcoli complessi difficili:** La mancanza di una notazione standard rendeva complessi i calcoli avanzati, soprattutto per equazioni di grado superiore.
- **Dipendenza dalla geometria:** L'approccio era limitato ai problemi che potevano essere rappresentati geometricamente.

## Mancanza di un sistema posizionale

- Gli antichi Greci utilizzavano sistemi numerici non posizionali, come il **sistema attico** o il **sistema ionico alfabetico**, che erano adatti per rappresentare numeri ma poco pratici per calcoli complessi.
- Questa rappresentazione rendeva difficile manipolare numeri grandi o eseguire calcoli avanzati. Al contrario, un sistema posizionale come quello sviluppato dagli Indiani e adottato dagli Arabi (con il concetto di zero) facilitava enormemente l'algebra simbolica.

# Altre cause del declino Ellenistico

Questo approccio era sicuramente efficace, ma presentava anche **parecchi limiti**, legati anche al modo in cui gli antichi Greci rappresentavano i numeri e li concepivano...



Pitagora (VI Sec. A.C.)

## 1. Sistema Attico o Eracleota (più antico)

- Questo sistema era in uso già dal VI secolo a.C. e si basava su simboli derivati dalle lettere dell'alfabeto greco.
- I numeri erano rappresentati come una somma di simboli specifici per potenze di 10. Ad esempio:
  - I = 1
  - Π = 5
  - Δ = 10
  - Η = 100
  - Χ = 1000
  - Μ = 10.000

Ad esempio, **53** sarebbe stato scritto come ΔΔΔΠΙΙΙ.

# Altre cause del declino Ellenistico

Questo approccio era sicuramente efficace, ma presentava anche **parecchi limiti**, legati anche al modo in cui gli antichi Greci rappresentavano i numeri e li concepivano...



Euclide (IV Sec. A.C.)

## 2. Sistema Alfabetico o Ionico (dal V secolo a.C. in poi)

- In questo sistema, ogni numero da 1 a 9, ogni decina da 10 a 90, e ogni centinaio da 100 a 900 era rappresentato da una lettera dell'alfabeto greco.
- Le lettere utilizzate erano 27, includendo tre obsolete:
  - 1–9: α (1), β (2), γ (3), δ (4), ε (5), Ϛ (6, "stigma"), ζ (7), η (8), θ (9)
  - 10–90: ι (10), κ (20), λ (30), μ (40), ν (50), ξ (60), ο (70), π (80), Ϟ (90, "koppa")
  - 100–900: ρ (100), σ (200), τ (300), υ (400), φ (500), χ (600), ψ (700), ω (800), ϣ (900, "sampi")

Per distinguere i numeri dalle lettere usate come lettere, si aggiungeva un segno diacritico in alto destra (´). Ad esempio:

- **123** si scriveva ρλγ´ (100 + 20 + 3).

### Numeri più grandi:

Per numeri superiori a 999, si aggiungeva un segno (´) a sinistra delle lettere per indicare migliaia:

- **1234** si scriveva ´ακλδ (1000 + 200 + 30 + 4).

# Rimozione del pensiero Ellenistico

- **Pregiudizi verso l'ellenismo:**

- L'autore sottolinea come la storiografia medievale e rinascimentale abbia contribuito a marginalizzare il contributo ellenistico. L'ellenismo fu spesso dipinto come un periodo di "decadenza", in contrasto con l'età classica greca e il Rinascimento.
- Questa visione ha radici nella separazione delle "due culture" (scientifica e umanistica), che portò a un'errata valutazione delle opere scientifiche ellenistiche.

- **Conseguenze sulla modernità:**

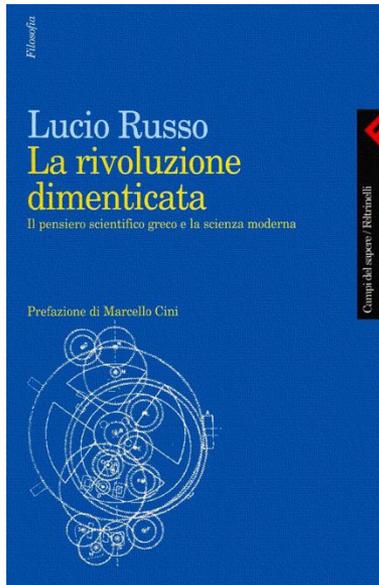
- L'idea di progresso lineare, dominante in epoca moderna, ha ulteriormente oscurato il contributo ellenistico, rappresentandolo come una tappa di poco conto nel percorso verso la scienza moderna.

- **Lezioni per il presente:**

- Russo avverte che la perdita della scienza ellenistica non fu inevitabile, ma il risultato di una serie di contingenze storiche e culturali. Questo serve da monito per il futuro: anche un sapere avanzato può essere perduto se non esistono le condizioni sociali e istituzionali per conservarlo e svilupparlo.

- **Riflessioni sulla "scienza perduta":**

- La scienza ellenistica, secondo Russo, fu la prima vera forma di scienza moderna, con un metodo deduttivo, sperimentale e universale. La sua perdita rappresenta non solo un fallimento storico, ma un'occasione mancata per l'umanità.



# La riscoperta del Metodo Scientifico

...ma solo 2000 anni dopo...



## 1. Ripresa della scienza ellenistica nel Rinascimento:

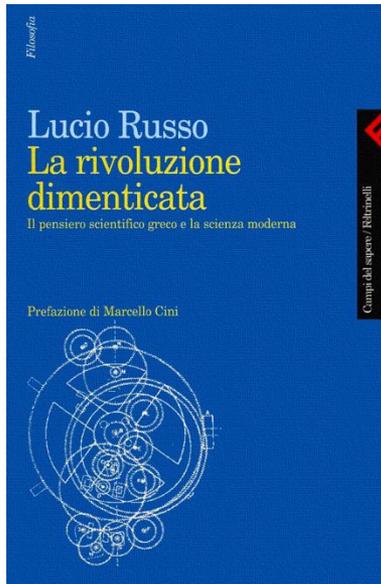
- Durante il Rinascimento, molti intellettuali cominciarono a riscoprire i manoscritti ellenistici.
- Leonardo da Vinci, Copernico e altri scienziati trassero ispirazione diretta dai risultati ellenistici, ma spesso senza comprenderne a fondo i dettagli teorici.
- Esempi come la prospettiva e la fusione in bronzo dimostrano come la tecnologia ellenistica fosse stata in parte trasmessa.

## 2. Galileo e il metodo sperimentale:

- Galileo è presentato non come l'inventore del metodo scientifico, ma come colui che cercò di recuperare esplicitamente la scienza ellenistica.
- Tuttavia, il suo lavoro mancava di alcuni strumenti matematici avanzati già sviluppati dagli ellenisti, come il metodo di esaustione.

## 3. Newton e l'eredità ellenistica:

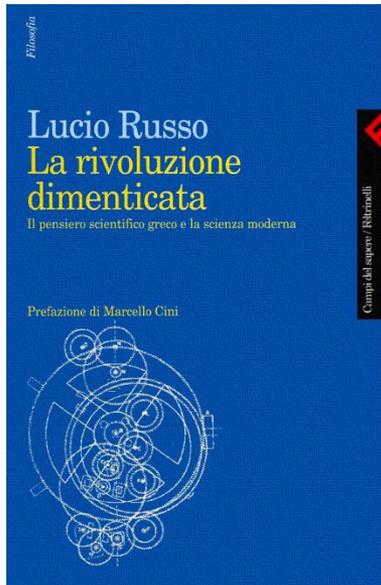
- Newton integrò frammenti della scienza ellenistica con la filosofia aristotelica.
- La legge di gravitazione universale trova legami con antichi concetti pitagorici e con le teorie di Apollonio sulle sezioni coniche.



# La riscoperta del Metodo Scientifico



**...ma, come già detto, di tutto questo (e molto altro) parleremo a partire dalla prossima lezione...**

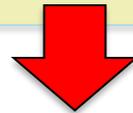




# STORIA DELLA FISICA ED EPISTEMOLOGIA

Anno accademico 2024/2025 - Docente: [ALESSANDRO PLUCHINO](#) [ANDREA RAPISARDA](#)  
[FRANCESCO BRANCATO](#)

500      Rivoluzione scientifica. L'umanità ammette la propria  
ignoranza e comincia ad acquisire un potere senza  
precedenti.



**PROSSIME LEZIONI...**