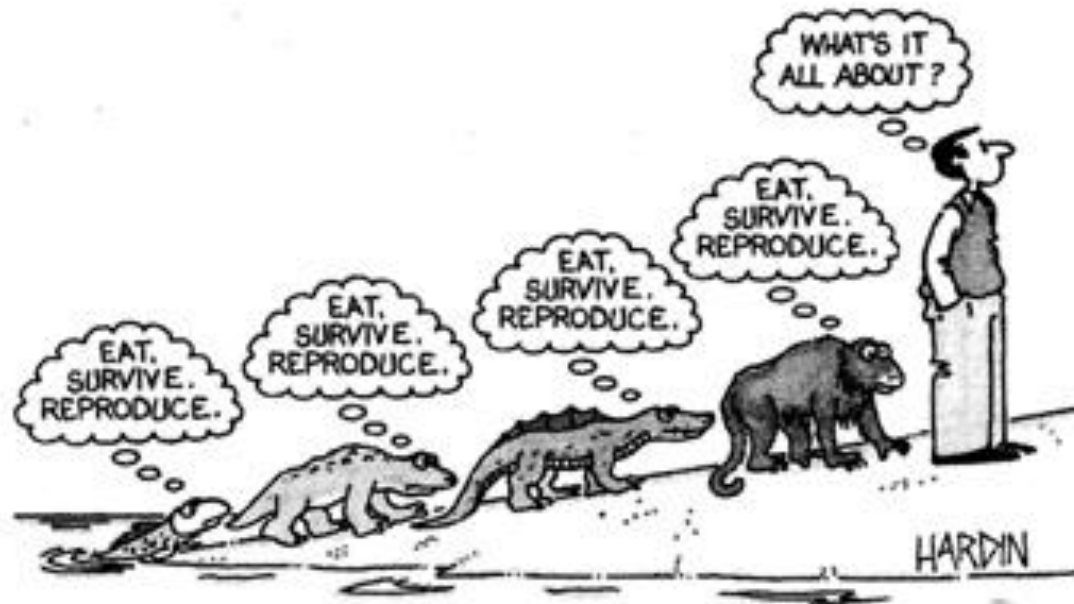


# Método Científico

*Renato Vicente*  
*EACH-USP/2008*

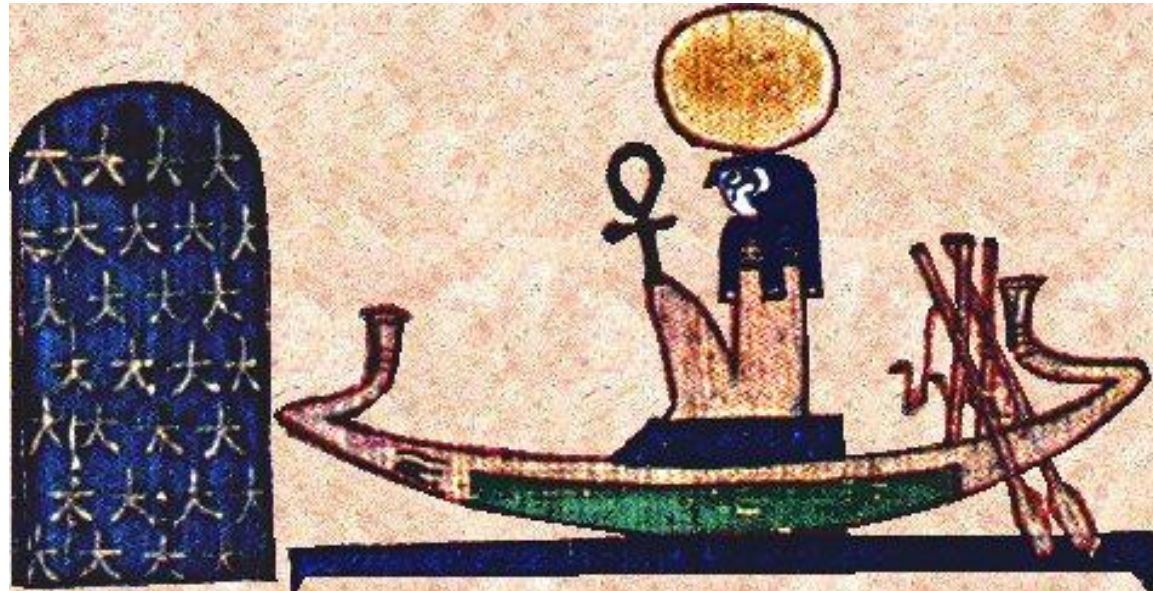
# Perguntas

1. O que é conhecimento confiável?
2. Como obter conhecimento confiável?
3. Como surgiu o método científico?
4. Quais são as limitações do método científico?
5. Resumindo



O que é conhecimento confiável?

# Movimentos de Rá no céu



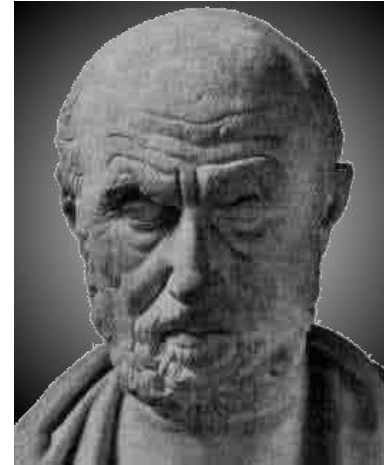
Todos os dias o deus Rá nasce e viaja através do céu no Barco de Milhões de Anos. Acompanhado por outros deuses, Rá cruza doze províncias, uma para cada hora do dia. No final do dia Rá morre e inicia uma viagem pelo mundo das trevas. Rá lutar contra a serpente Apep todos dias. Em geral Rá ganha a batalha, mas em alguns dias sai derrotado e a escuridão é vista durante o dia.

# Rituais de Construção



Ur (por volta de 2000 a.C., atual Iraque). Sacrifícios de animais para garantir o sucesso das construções.

# Aspirina

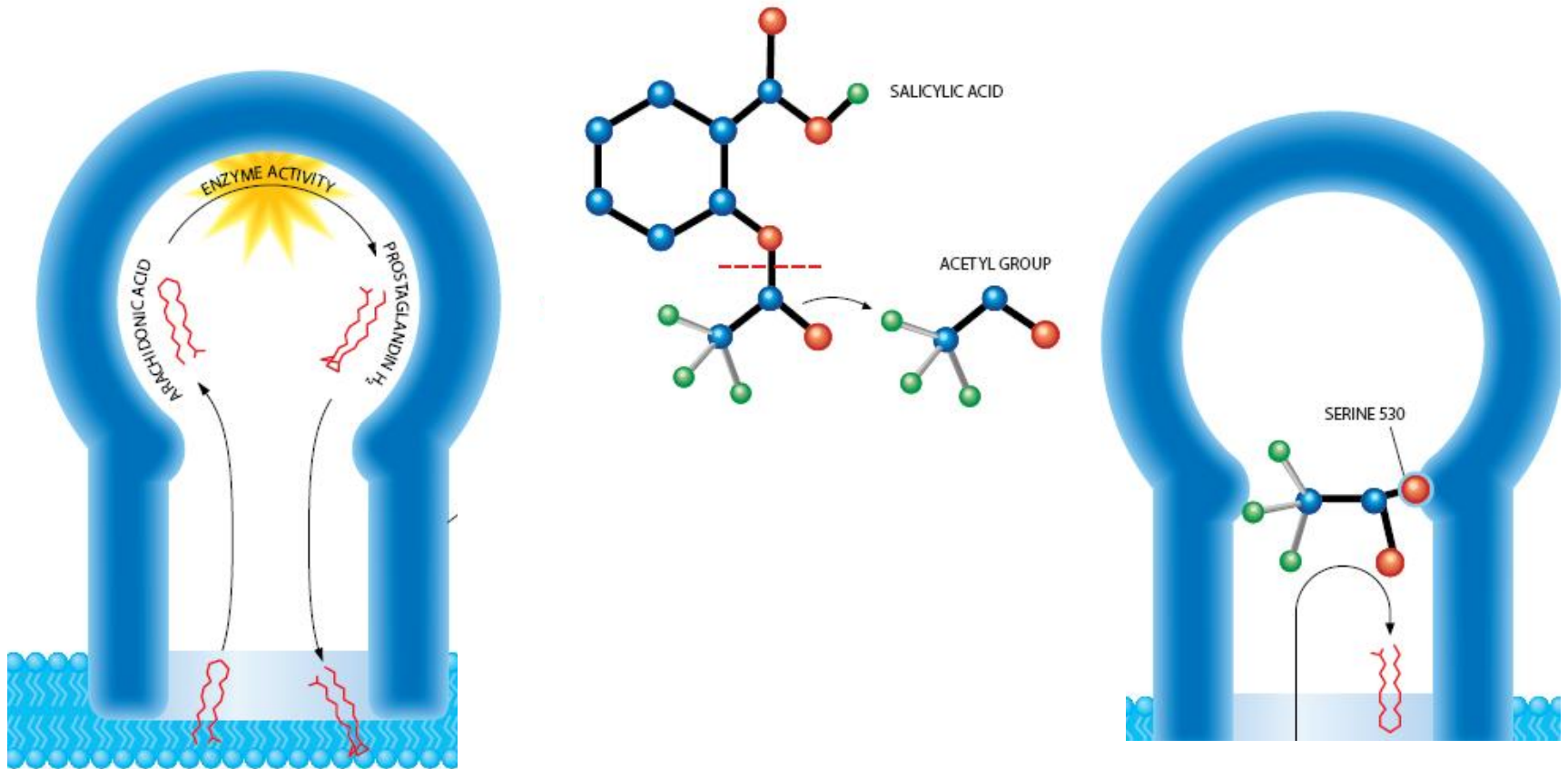


Hipócrates (460aC-367aC) utilizava um pó feito de casca de salgueiro para febres e dores.



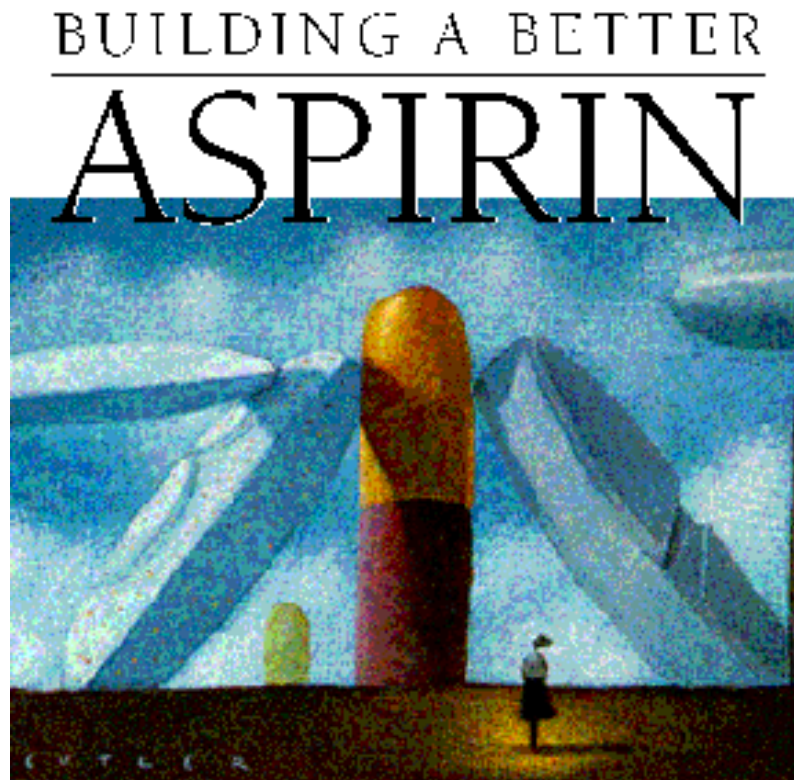
Em 1829 descobriu-se que a salicina era responsável pela atividade do pó. Em 1899 Felix Hoffmann transformou a descoberta na Aspirina.

# Aspirina: Por que funciona?



A aspirina é um inibidor da produção de prostaglandina, que são moléculas responsáveis por desencadear processos inflamatórios. Este mecanismo somente foi descrito em detalhes em 1995 ! Agora é possível ...

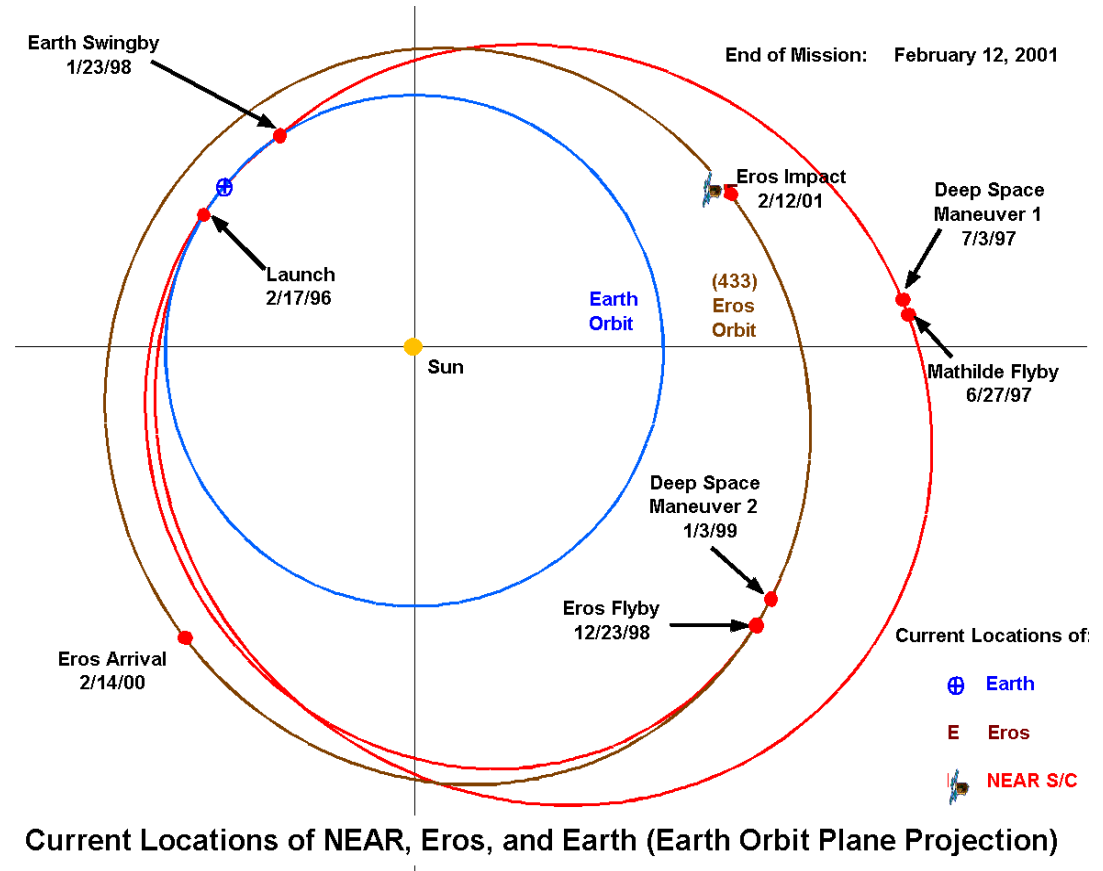
... construir uma Aspirina melhor



A prostaglandina também é responsável pela proteção das paredes do estômago. Sua inibição gera, portanto, efeitos colaterais indesejáveis.

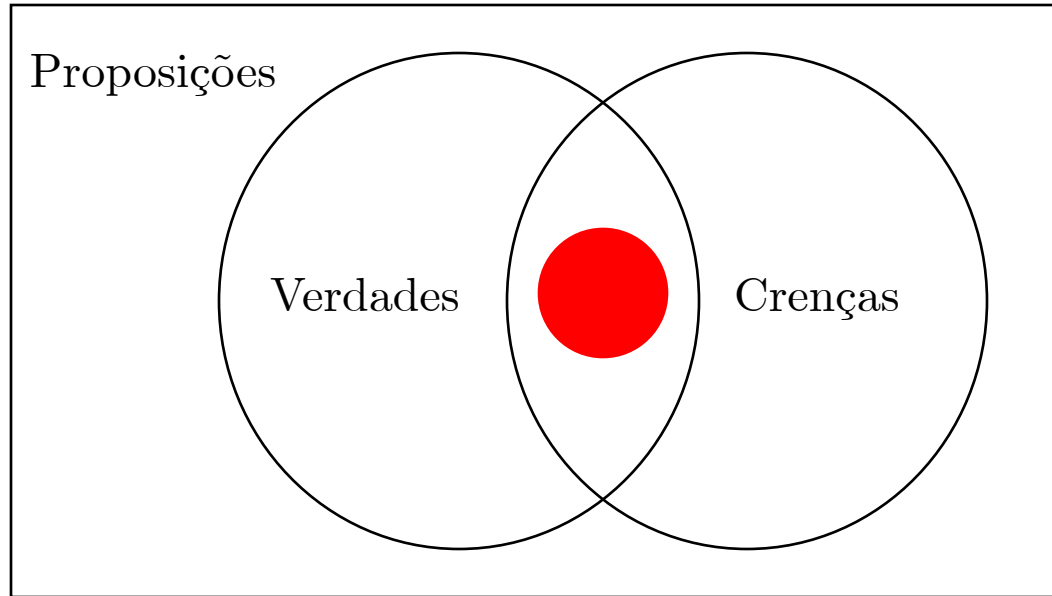


# Pousando uma pulga na cabeça de um alfinete no meio da Sibéria



Missão NEAR pousou em 2000.

# Conhecimento

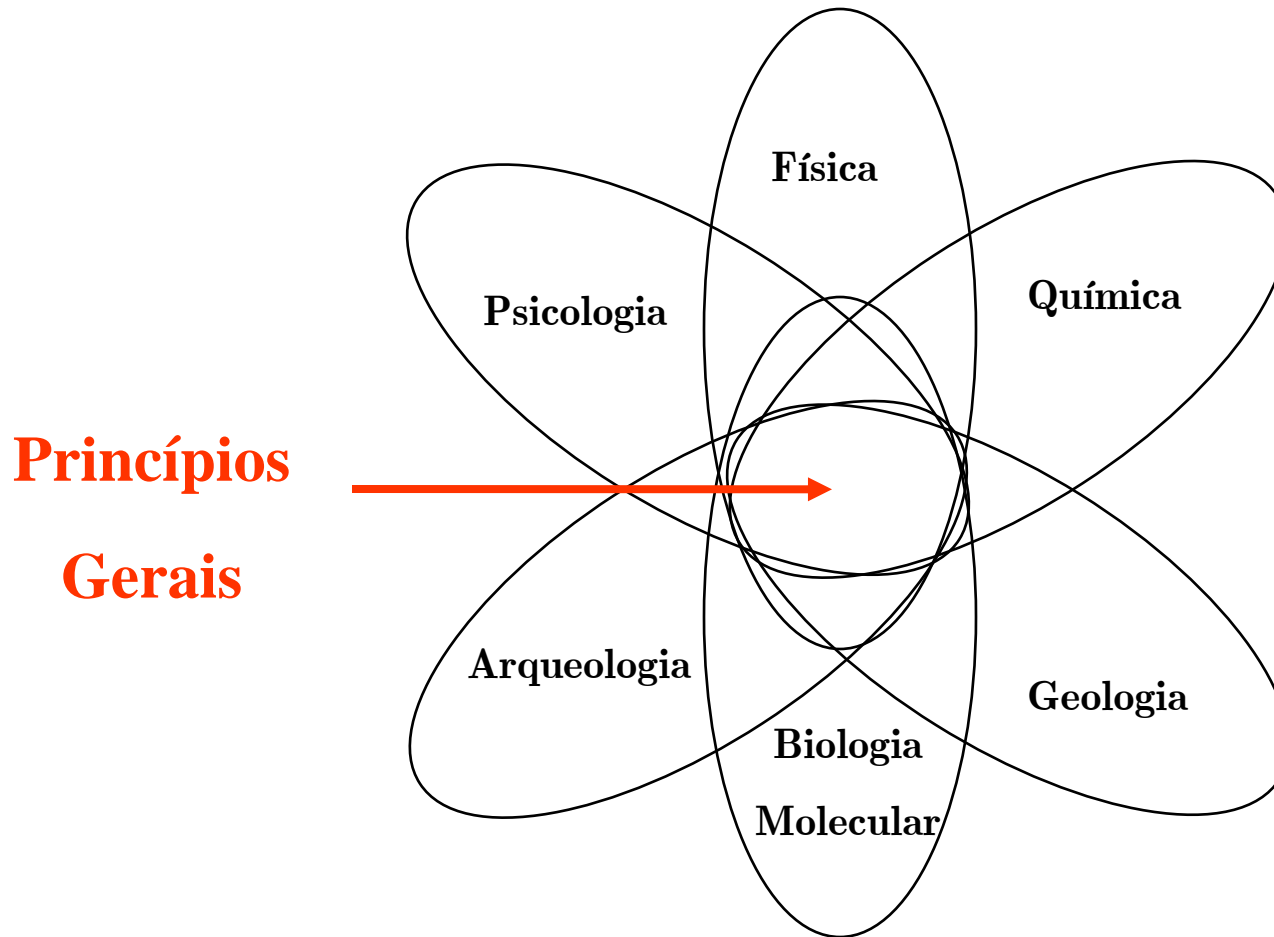


Crença verdadeira, justificada como verdadeira.

**Conhecimento confiável = Ciência**

Como obter  
conhecimento confiável?

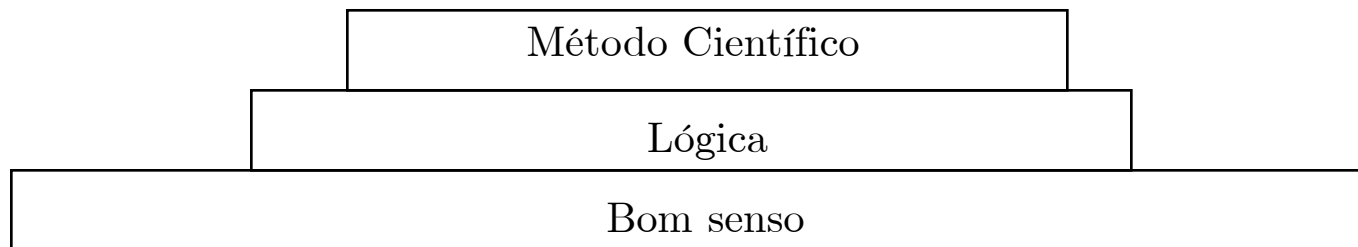
# Método Científico



Cada área é constituída por um conjunto de técnicas especializadas mas que compartilham um conjunto de princípios gerais, os quais denominamos **Método Científico**.

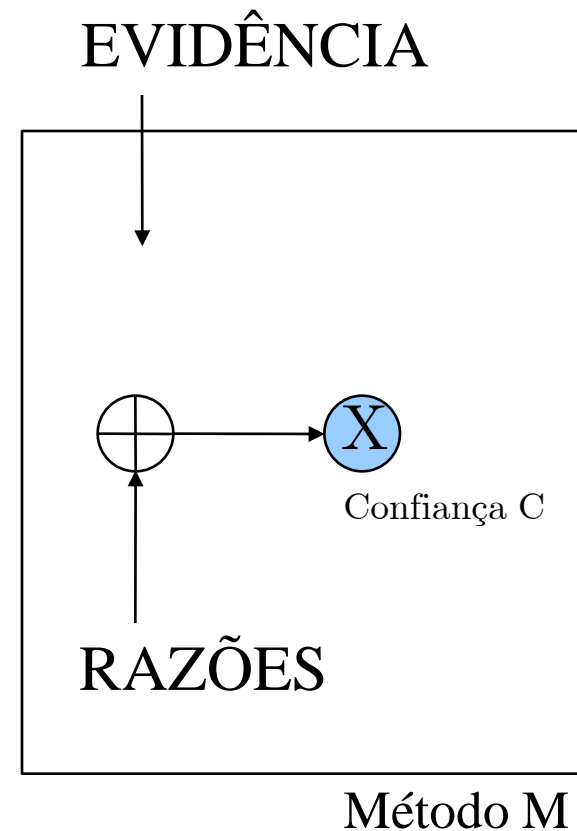
# Tópicos para Método Científico 101

1. Pressupostos, domínio e limites da Ciência.
2. Construção de hipóteses.
3. Previsão e Experimento
4. Coleta de dados e teste de hipóteses.
5. Parcimônia.



# Pressupostos

1. **Racionalidade**
2. Verdade
3. Objetividade
4. Realismo



As crenças construídas racionalmente devem passar no teste de realidade.

# Pressupostos

1. Racionalidade
2. Verdade
3. Objetividade
4. Realismo



"You are completely free to carry out whatever research you want, so long as you come to these conclusions."

Todos os votos na determinação da verdade ficam com a evidência experimental.

# Pressupostos

1. Racionalidade
2. Verdade
- 3. Objetividade**
4. Realismo



*Princípio:* Eu adquiri o conhecimento X, então um ser humano típico qualquer também pode adquirí-lo.



# Pressupostos

1. Racionalidade
2. Verdade
3. Objetividade
4. **Realismo**



*Princípio:* Existe um mundo exterior com objetos com existência independente da mente humana e passíveis de compreensão.

# Formulação de Hipóteses



**Observação:** As cobras coral são coloridas como na foto acima.

**Questão:** Por que esta espécie evoluiu este tipo de coloração?

**Hipóteses:**

**H1.** As cores fortes servem de aviso aos possíveis predadores.

**H2.** No ambiente natural as cores fortes servem de camuflagem.

# Previsão 1



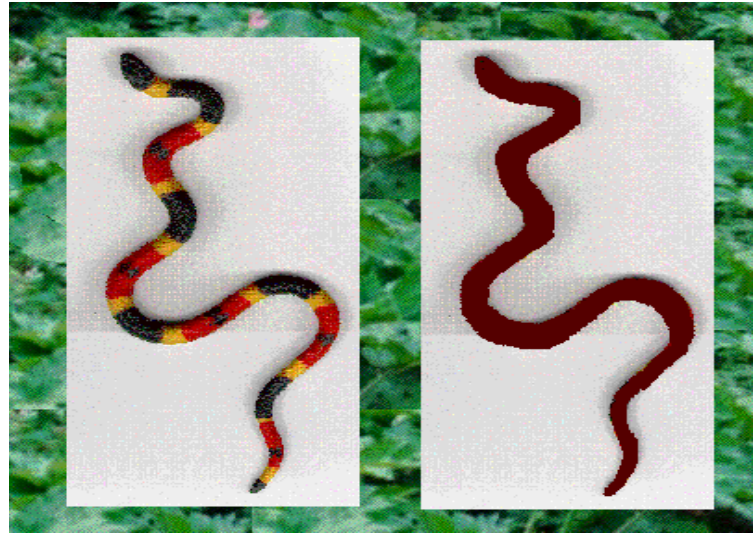
**P1.** As duas hipóteses preveem que as cobras coral devem ter poucos predadores naturais efetivos.

H1 porque suas cores fortes os afastariam.

H2 porque sua camuflagem os confundiriam.

Esta predição é inútil para a tarefa de decidir em qual das duas hipóteses acreditar.

# Previsão 2 e Experimento

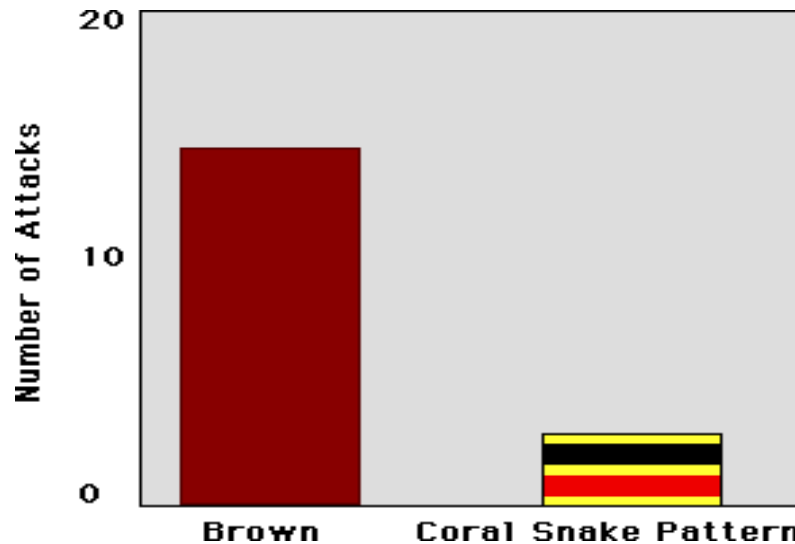


**P2.** No ambiente natural colocamos cobras de borracha em cima de uma base branca, uma com cores e a outra marrom. Os principais predadores das corais são pássaros. As previsões agora são diferentes:

H1: Os pássaros tenderão a atacar a cobra marrom com mais frequência.

H2. Os pássaros atacarão as duas igualmente.

# Coleta de Dados e Teste de Hipóteses



Medimos o número de ataques para cada uma das cobras.  
A resultado discorda da previsão deduzida da hipótese H2.

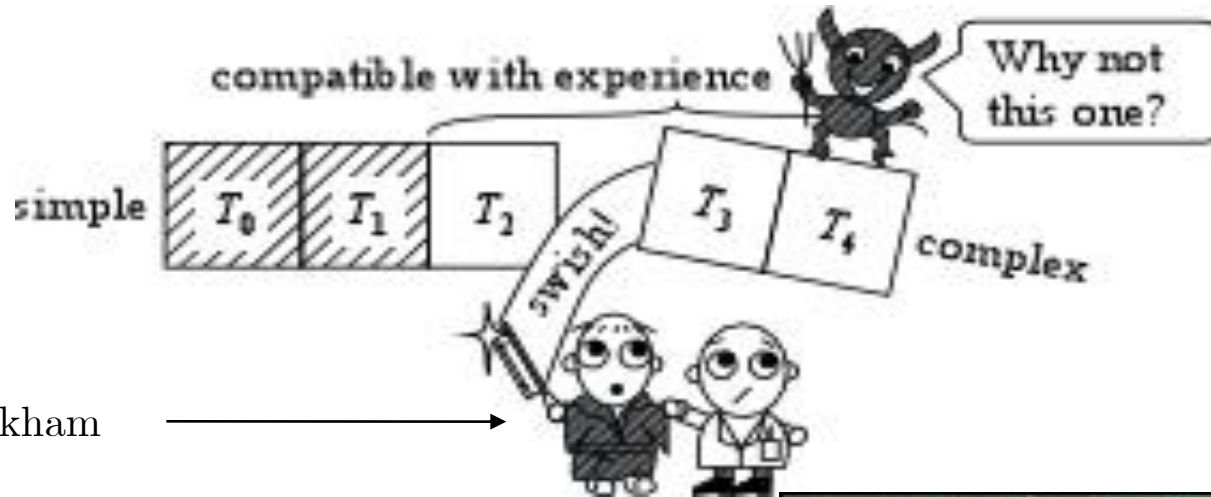
Rejeitamos H2. H1 é mais provável. Não podemos “provar” H1, pois sempre é possível que outra hipótese possa também explicar nossa observação. H1 é nossa **teoria**.

# Usamos Dedução e Indução

Hipótese  $\xrightarrow{\text{Dedução}}$  Previsões

Hipótese  
mais  
provável  $\xleftarrow{\text{Indução}}$  Dados

# Parcimônia (Navalha de Ockham)



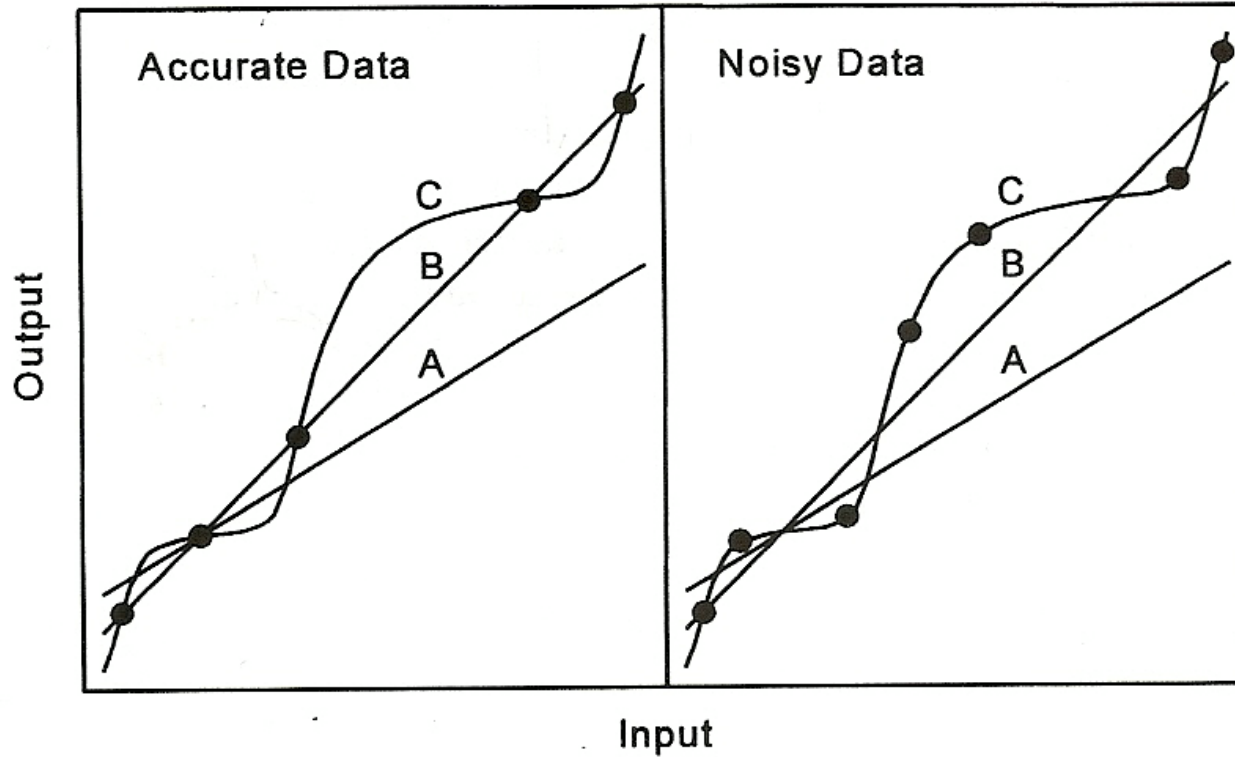
William de Ockham

H3: Homúnculos da galáxia X9 projetaram as cobras e os pássaros para que eles prefiram cobras marrons no fundo branco.



*Princípio:* A hipótese mais simples é preferível pois a chance de se mostrar errada no futuro é menor.

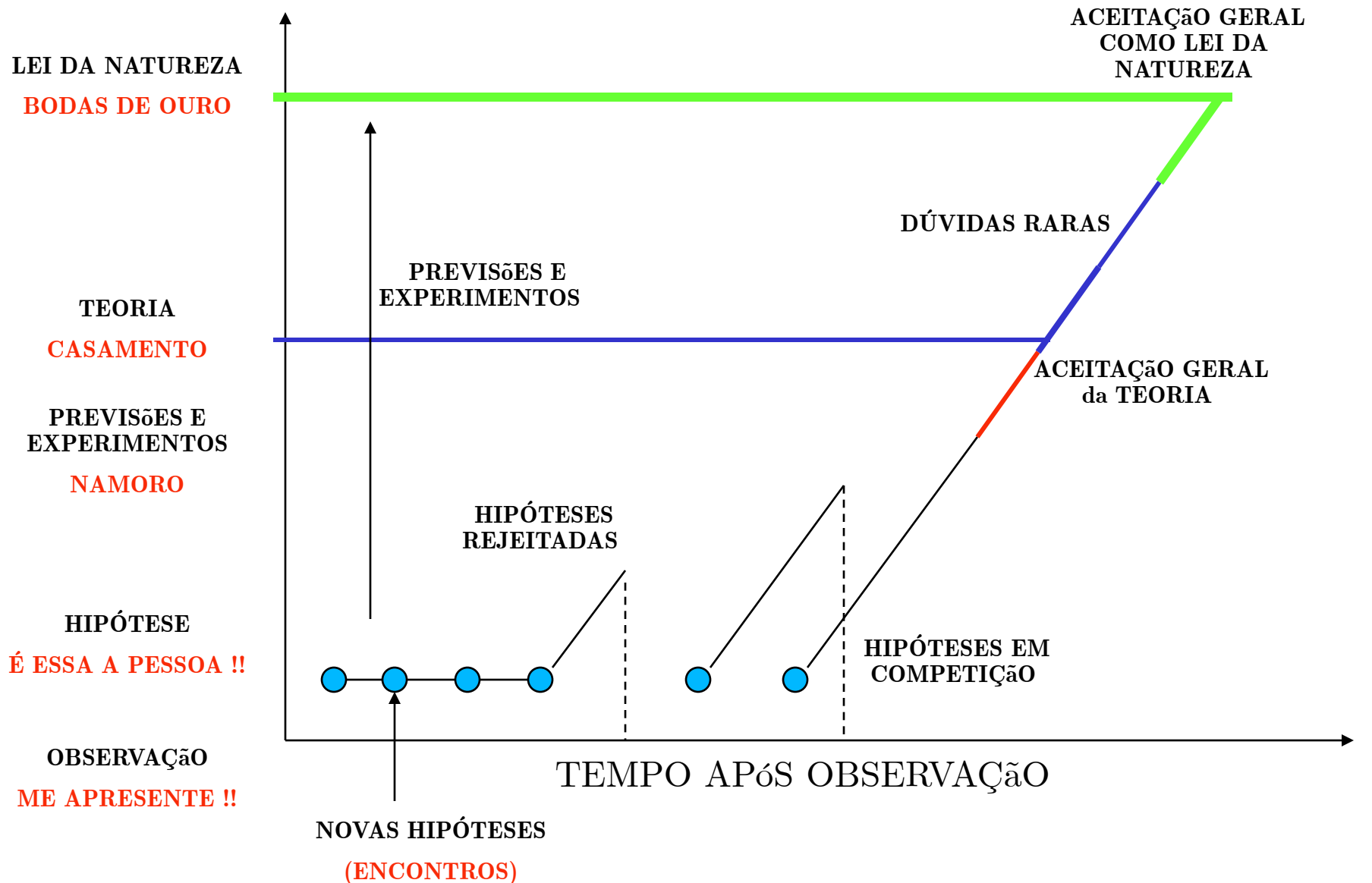
# Parcimônia: Ajustando Dados Experimentais



*Qual modelo escolher?*



# Método Científico e o Casamento

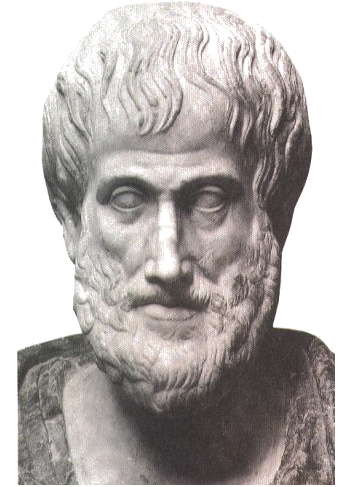
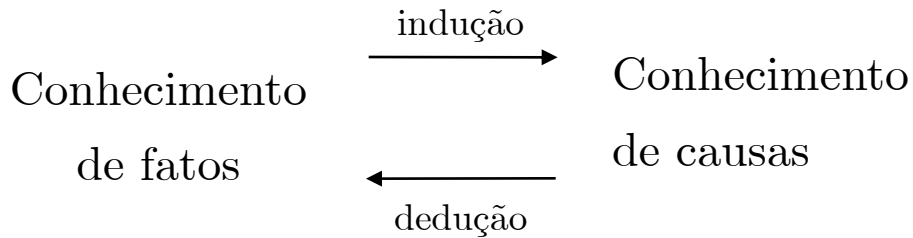


Como surgiu o  
método científico?

# Primeiro Filósofo da Ciência: Aristóteles

①

## Método Indutivo-Dedutivo



384 aC – 322 aC

②

## Classificação de causas:

1. **Material:** Uma ponte é sólida pois é feita de aço e concreto.
2. **Formal:** Algo é sal se for composto por cloreto de sódio.
3. **Eficiente:** A bola se moveu porque foi chutada
4. **Final:** O Girassol acompanha o sol para maximizar sua exposição à luz.

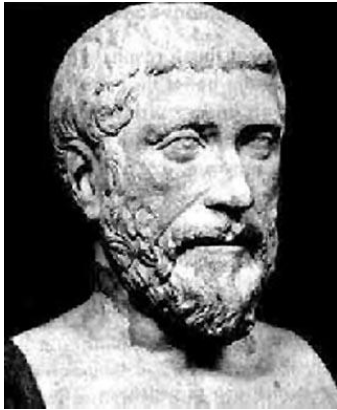
③

**Conhecimento Científico**

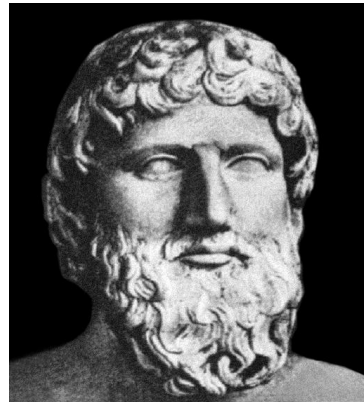
=

*Conhecimento de causas  
finais necessárias*

# Pitágoras e Platão versus Ptolomeu



580 aC - 500 aC



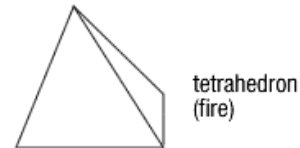
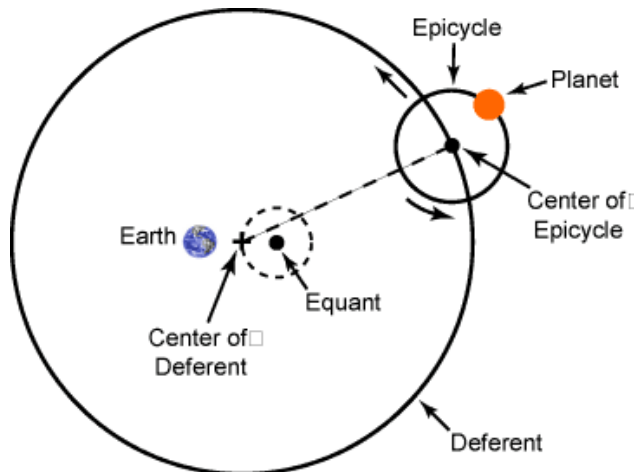
428 aC - 348 aC



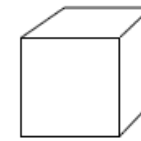
100-178

① Harmonia das esferas. **Descrição matemática=explicação**

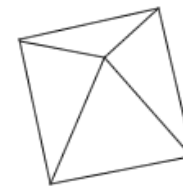
② Modelo como ferramenta de cálculo.



tetrahedron  
(fire)



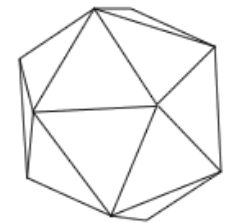
hexahedron  
(cube)  
(earth)



octahedron  
(wind)

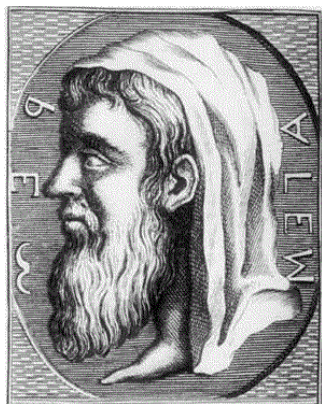


dodecahedron  
(universe)

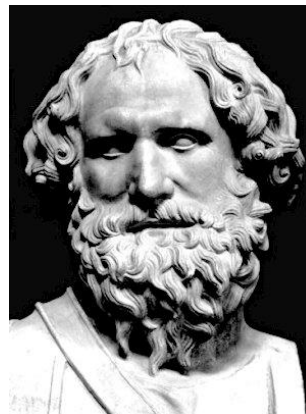


icosahedron  
(water)

# Sistematização: Euclides e Arquimedes

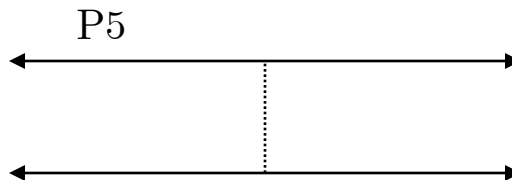
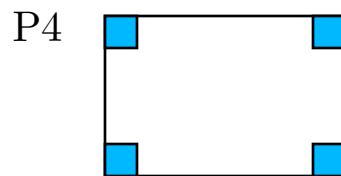
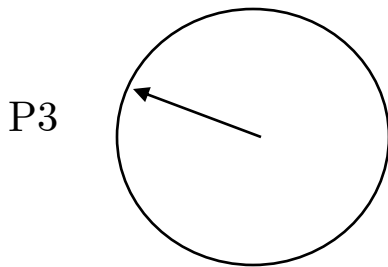
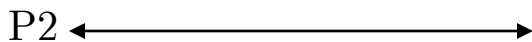
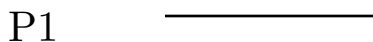


300 aC



287 aC - 212 aC

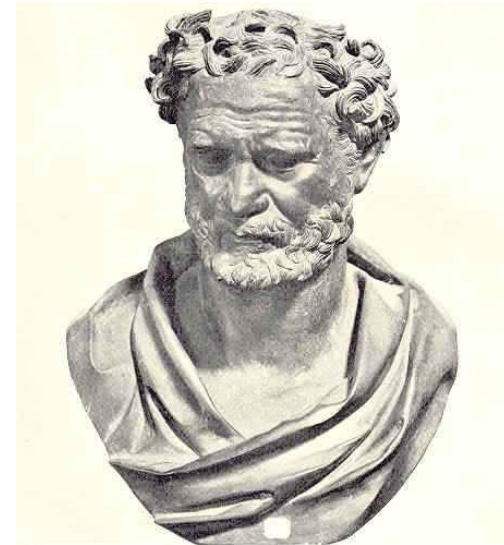
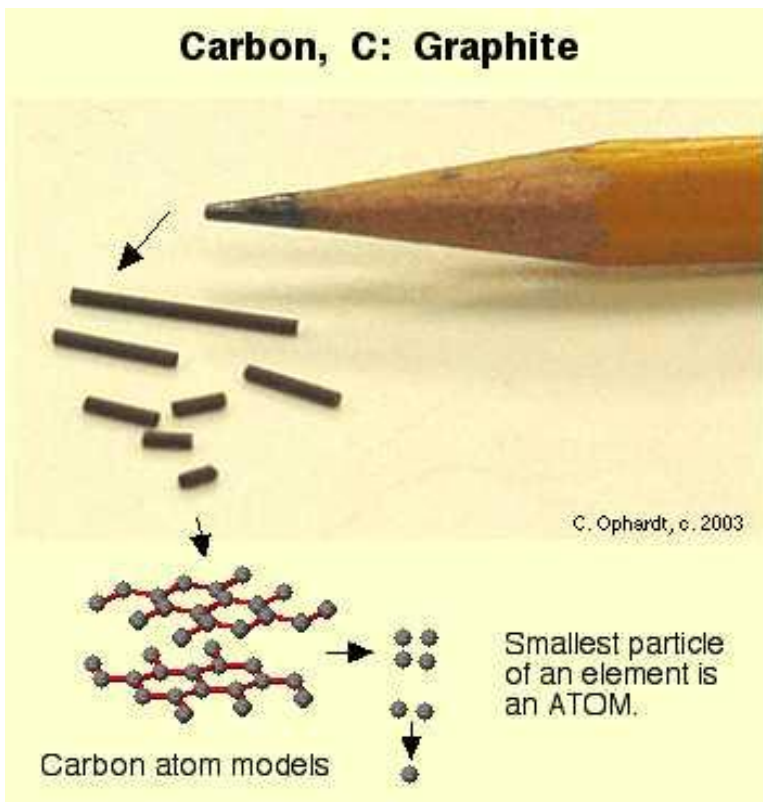
① Geometria e Estática sistematizadas.



②

Técnicas de prova

# Átomos em Movimento: Demócrito



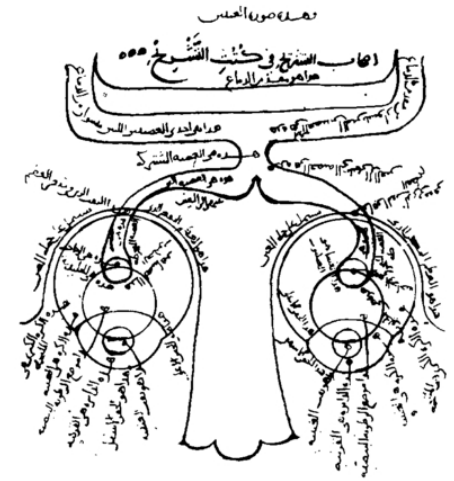
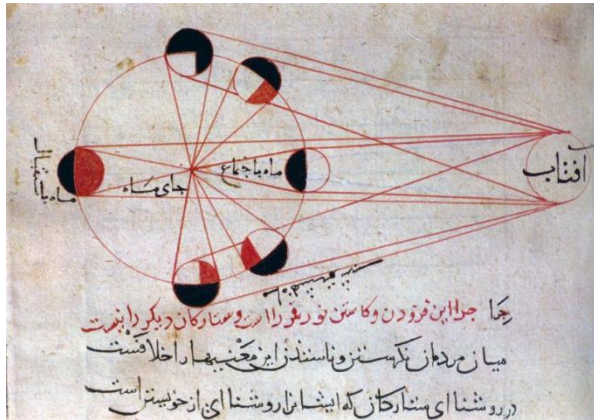
460 aC –370 aC

- ① Mudanças e propriedades observáveis explicadas por processos ocorrendo em um nível mais elementar (e mais simples) de organização

# Primeiros Cientistas: Islã Medieval

**Al Biruni (973 –1048)**

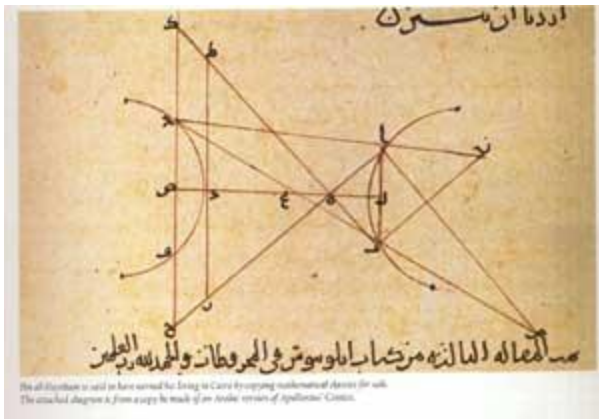
① Observações experimentais.



**Ibn Al Haytham**

(965-1039)

- ②
1. Observação
  2. Formulação do Problema
  3. Hipóteses
  4. Experimentos para teste de hipóteses
  5. Análise de resultados
  6. Interpretação
  7. Publicação



# Métodos de Indução: Pensadores Medievais em Oxford e Paris



Robert  
Grosseteste  
1168 – 1253



Roger Bacon  
1214 – 1292



John Duns  
Scotus  
1265 – 1308



William de  
Ockham  
1280 – 1349

- ① Experimentação Ativa. Métodos da Verificação e do Falseamento.

**Se H então C. C é falso, então H é falso.**

- ② Método da Concordância. (Duns Scotus)

**ABCD -> e, ACE -> e, ABEF -> e ADF-> e**

**“A é uma causa possível de e”**

- ③ Método da Diferença e Parcimônia. (Ockham)

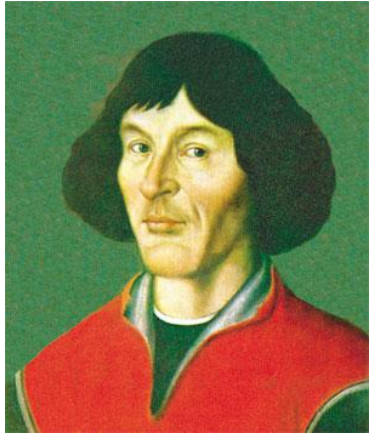
**ABC -> e AB ->-**

**“C é uma causa possível de e”**

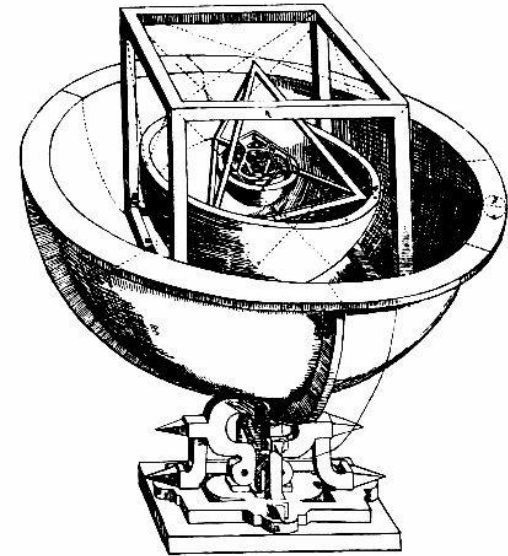


# Pitagorismo: Copérnico e Kepler

## ① Estética e Parcimônia

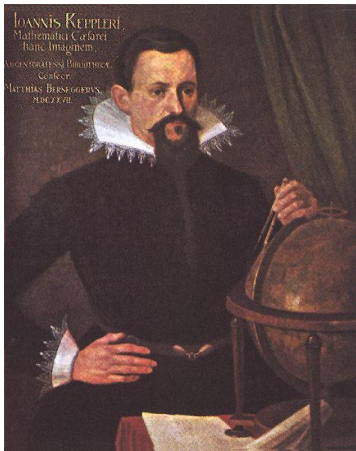


Nicolau Copérnico  
1473-1543

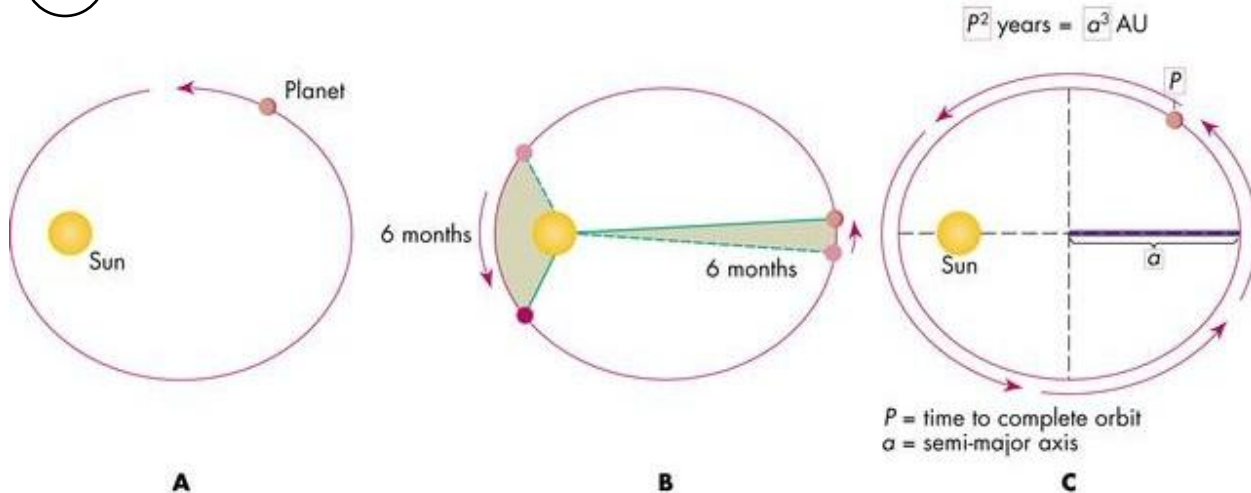


Kepler: Sólidos Platônicos e órbitas planetárias

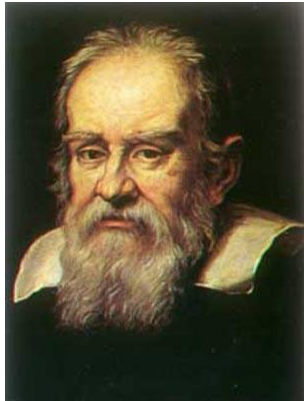
## ② Leis de Movimento Planetário



Johannes Kepler  
1571-1630



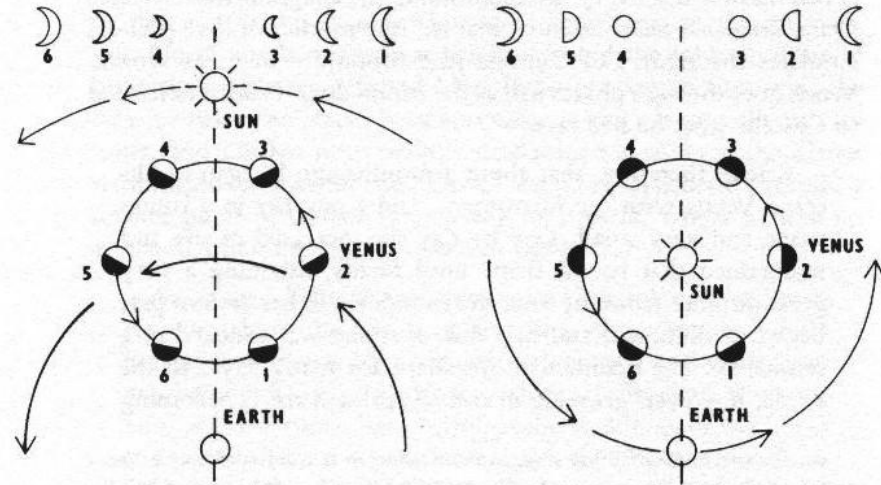
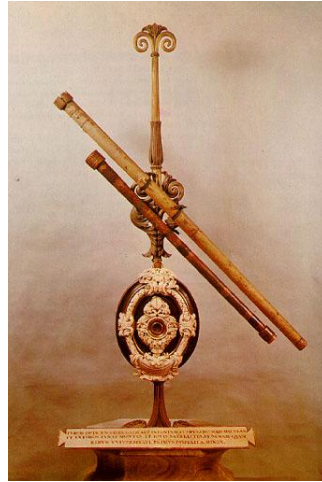
# Novas Evidências e Pesquisa Científica: Galileu e Francis Bacon



Galileu Galilei  
1564-1642

①

Tecnologia, novas evidências e abstração.

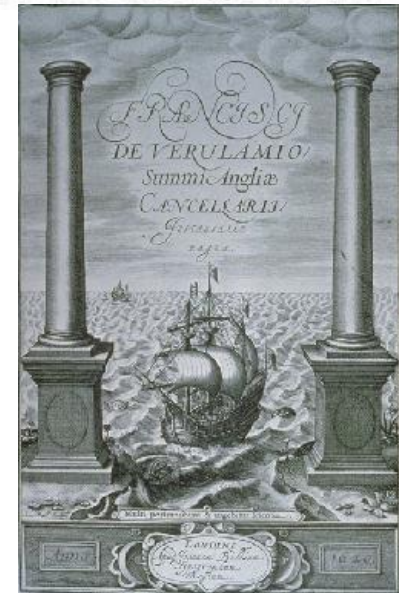


Francis Bacon  
1561-1626

②

Popularização do método indutivo (*Novum Organum*).

Patrocínio à pesquisa organizada

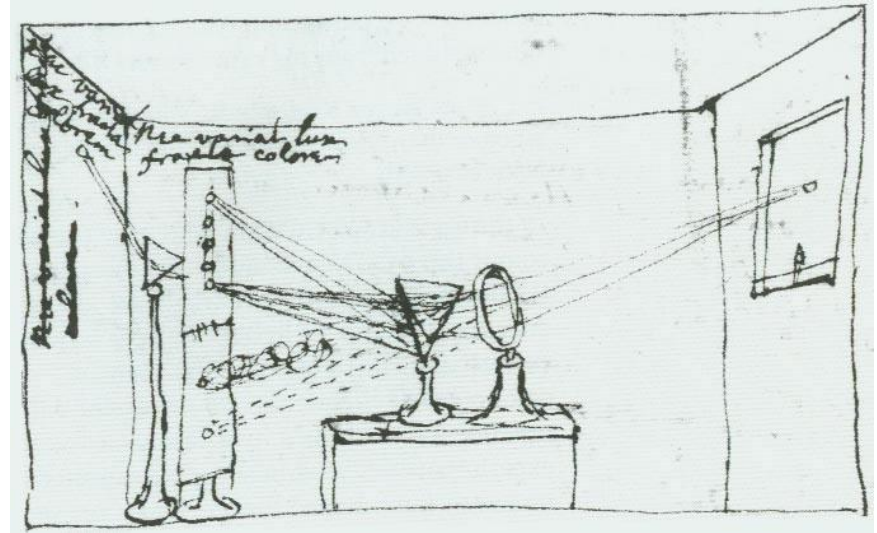


# Método Axiomático: Newton

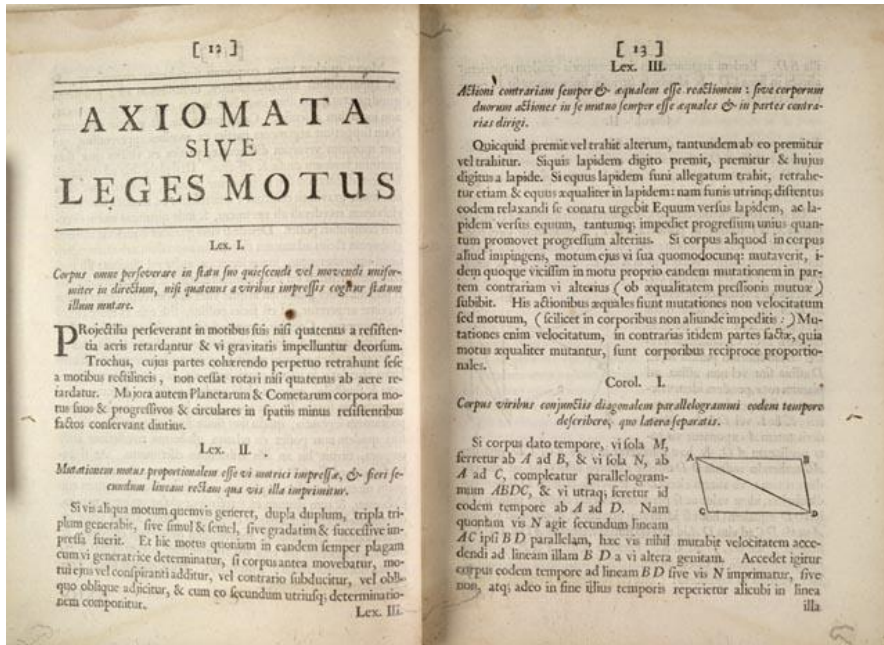


Isaac Newton  
1642-1727

## ① Análise e Síntese



## ② Axiomas ou Leis do Movimento



## ③

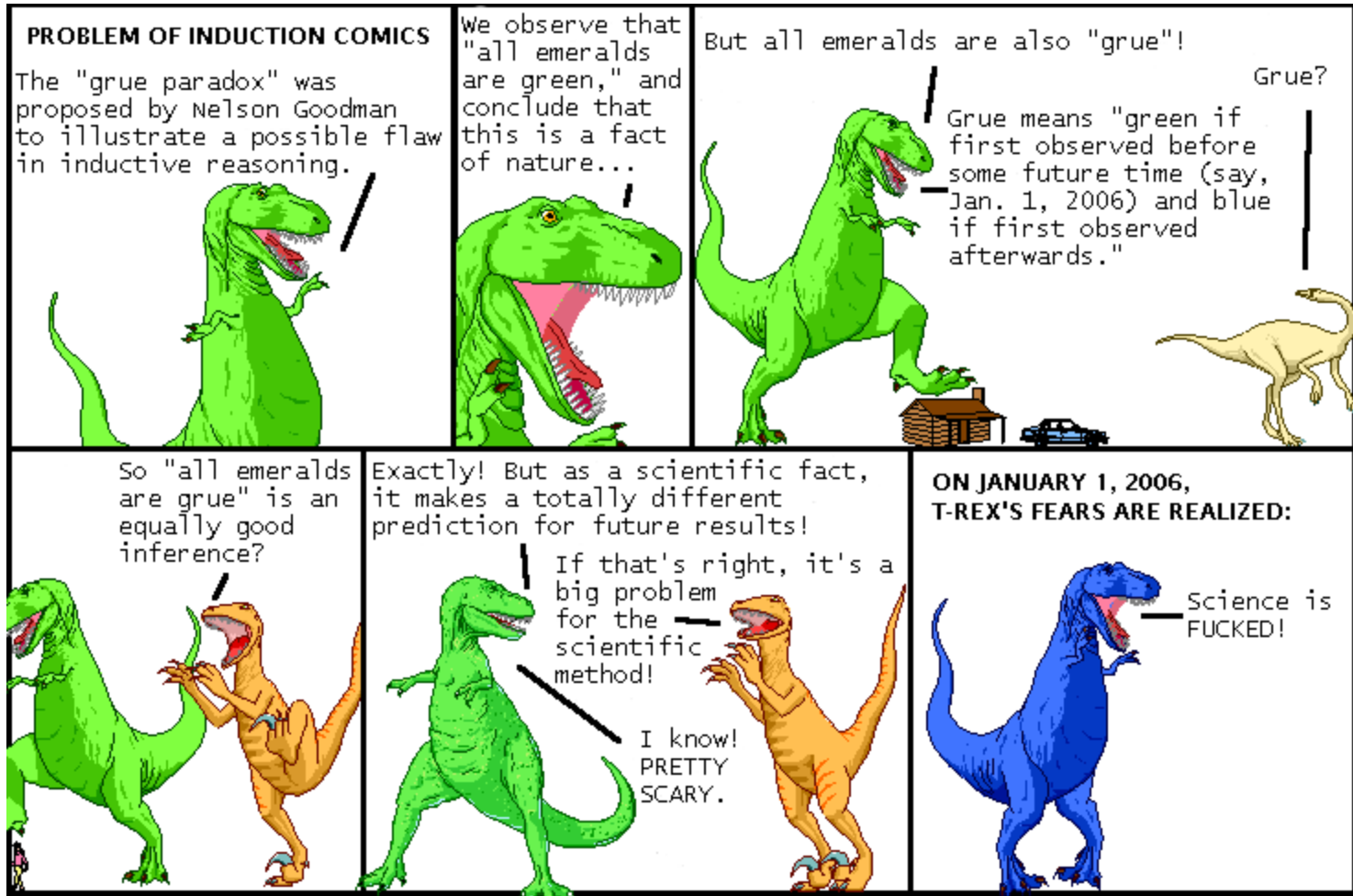
Conhecimento Científico

=

Causas mais prováveis  
provisórias

Quais são as limitações do método científico?

# Novo Enigma da Indução de Goodman



# Tese de Duhem-Quine



O teste de teorias em ciências como a Bioquímica ou a Fisiologia dependem do pressuposto de que a Física está correta.

# Resumindo

1. O que é conhecimento confiável?
2. Como obter conhecimento confiável?
3. Como surgiu o método científico?
4. Quais são as limitações do método científico?

