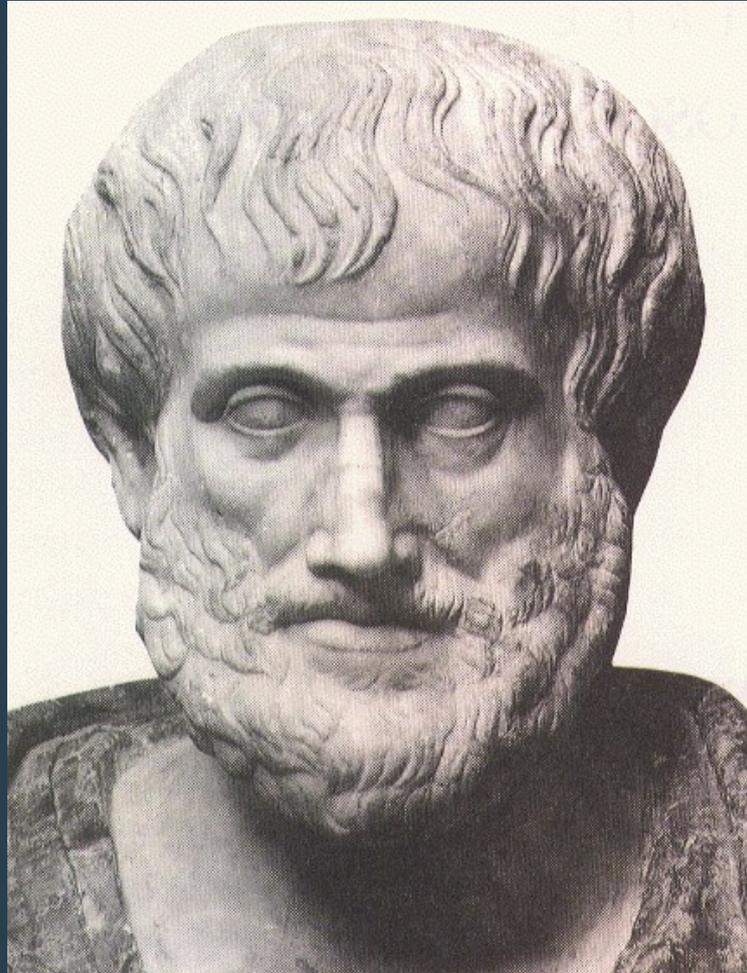


FIP20902

**Tópicos em Física Interdisciplinar:
Metodologia da Pesquisa Científica**

O Método Científico
(ou “Como investigar a Natureza?”)

Aristóteles (384 a 322 AC)



“Falemos a respeito dela...”

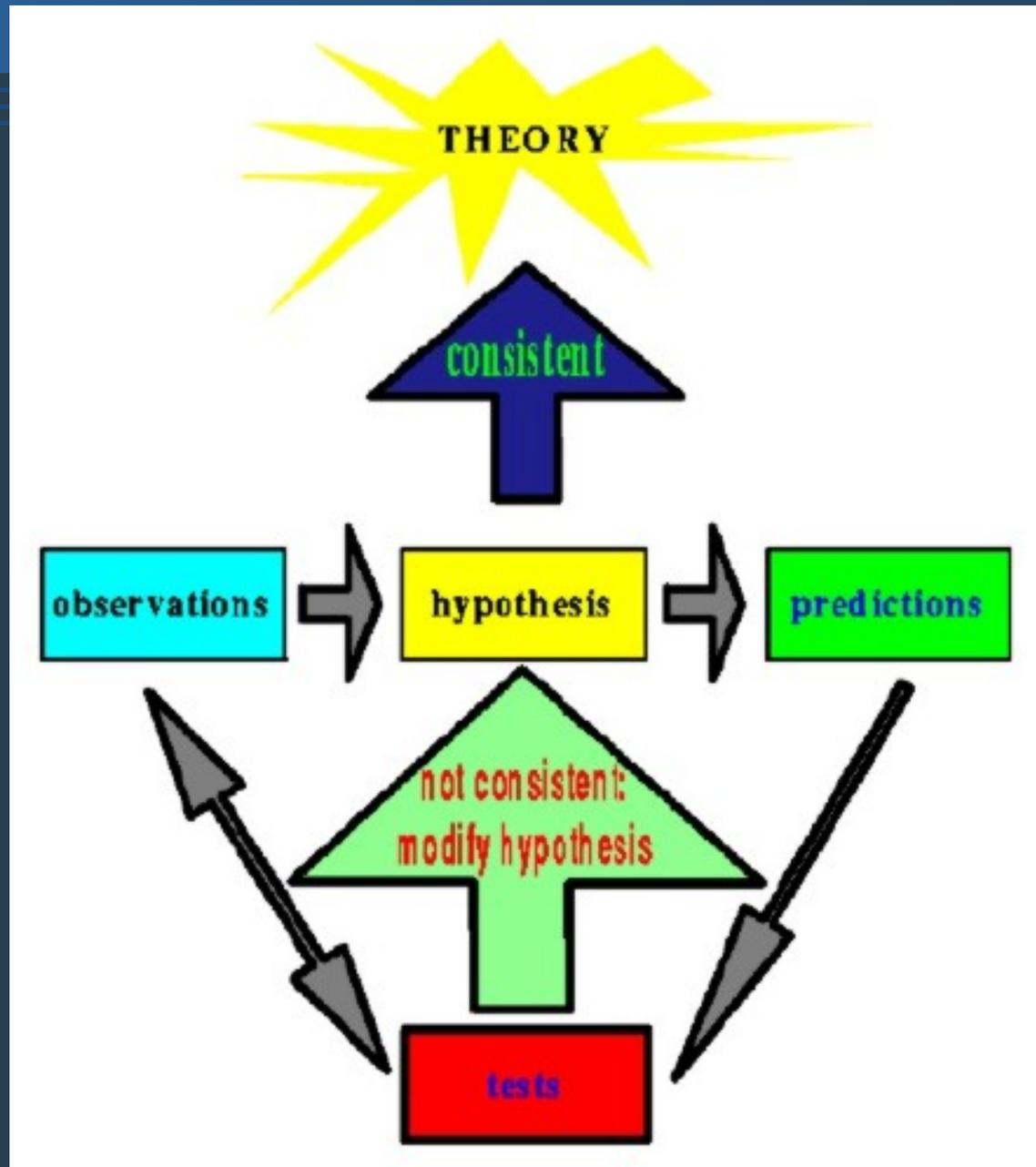
Contudo...

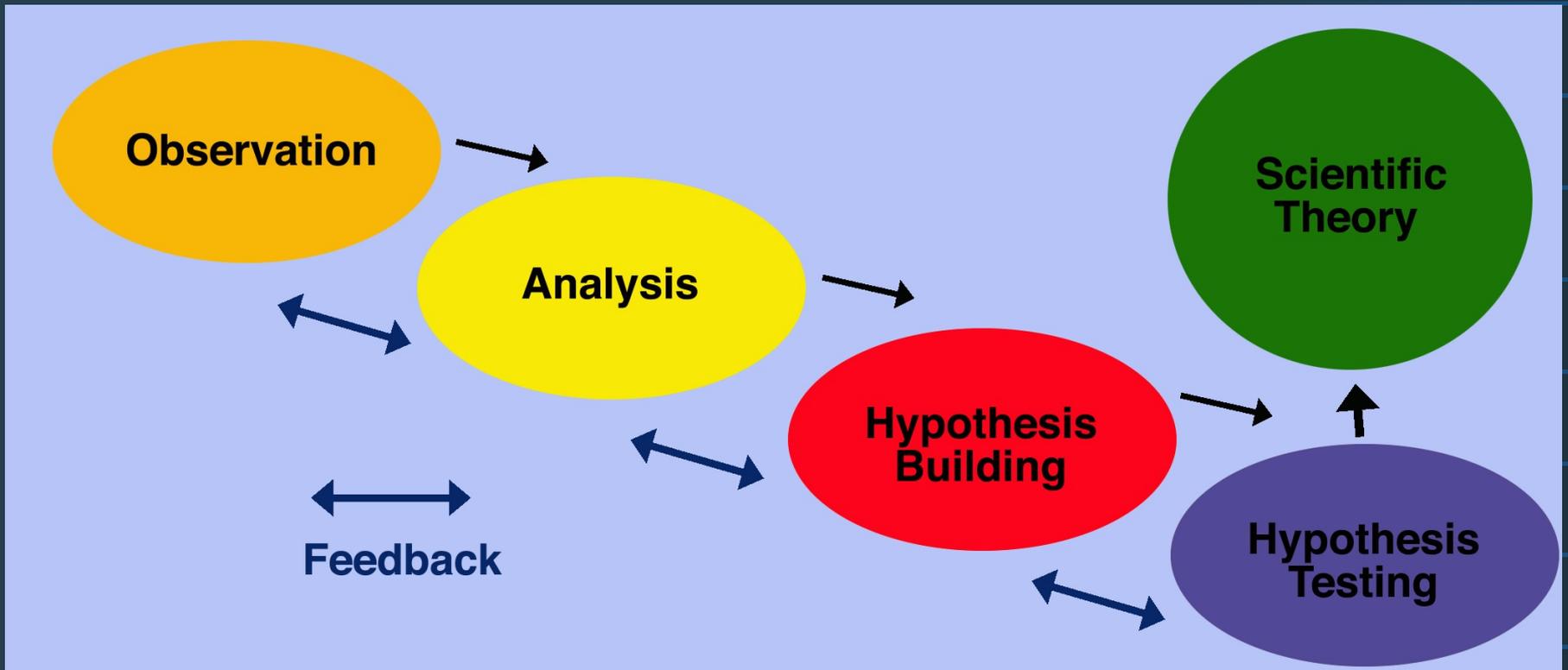
- Argumentos não podem determinar se uma afirmação é verdadeira.
- Isso requer PROVAS!
- Busquemos uma alternativa melhor que a simples argumentação:

vamos experimentar!

O Método Científico

- Defina um problema
- Informe-se a respeito dele
- Forneça uma resposta tentativa e avalie suas implicações
- Realize experimentos que testem essas implicações
- Analize e interprete os resultados dos experimentos
- Se necessário, modifique a resposta original e realize novos experimentos.
- Repita esse ciclo até validar sua resposta
- (Publique seu trabalho!)





Problema

- Como os planetas se movem?
- O que causa o cólera?
- O que causou a extinção dos dinossauros?
- É possível colorir qualquer mapa com apenas 4 cores?

Algo que merece uma explicação

Hipótese

- Os planetas giram em torno do Sol
- Cólera é transmitido ao beber água contaminada
- Os dinossauros desapareceram por uma mudança climática causada pela queda de um asteróide
- Sim, qualquer mapa pode ser colorido com um máximo de 4 cores

Resposta tentativa para o problema

Experimento

- Calcular e observar as posições dos planets
- Analisar a conexão entre as fontes de água potável e os casos de cólera
- Encontrar evidências para o impacto do meteorito
- Estabelecer um procedimento formal que permita colorir qualquer mapa

Teste reprodutível da hipótese

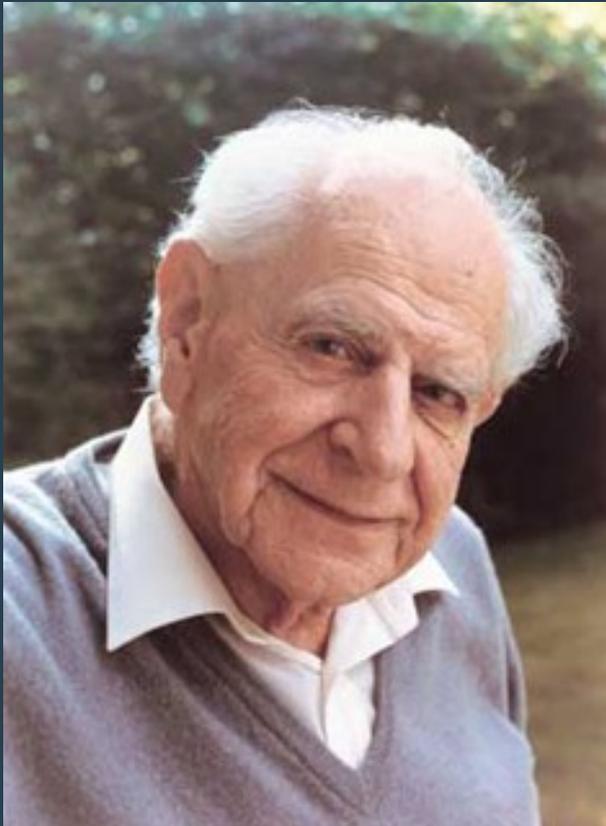
Em resumo

- The scientific method is the process by which scientists, collectively and over time, endeavor to construct an accurate (that is, reliable, consistent and non-arbitrary) representation of the world. (F. Wolf)
- Uma técnica para distinguir a “verdade” da “mentira,” à prova de preconceito.

Método Científico

- Características fundamentais
 - Os experimentos têm de ser reprodutíveis
 - As hipóteses têm de ser refutáveis
 - Os resultados têm de ser comunicados (expostos a crítica)
- Erros comuns ao aplicá-lo
 - Desqualificar dados que não confirmam a hipótese
 - Falta de estimativa quantitativa da incerteza nos resultados

A propósito...



- Sir Karl Raimund Popper
- Filósofo da ciência mais influente do século XX
- Definiu-se “racionalista crítico”
- Questão central: separar ciência e não-ciência
- Como? Critério da refutabilidade

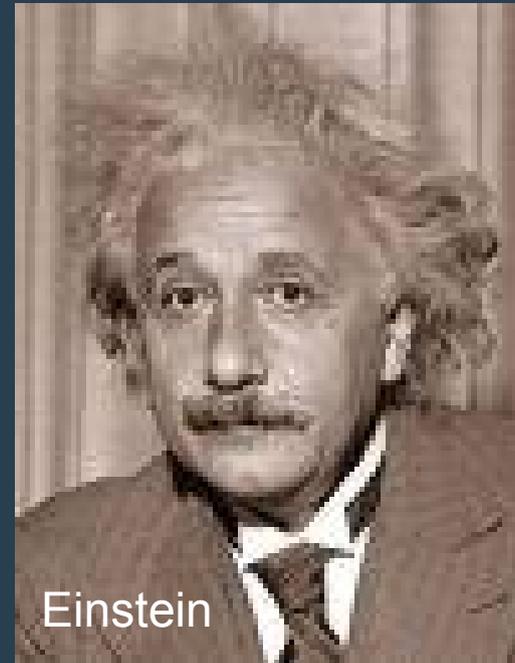
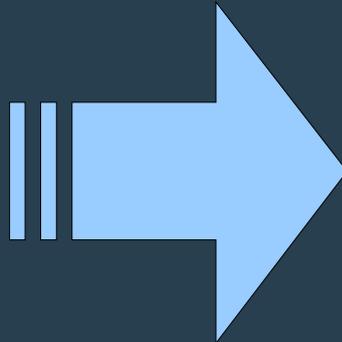
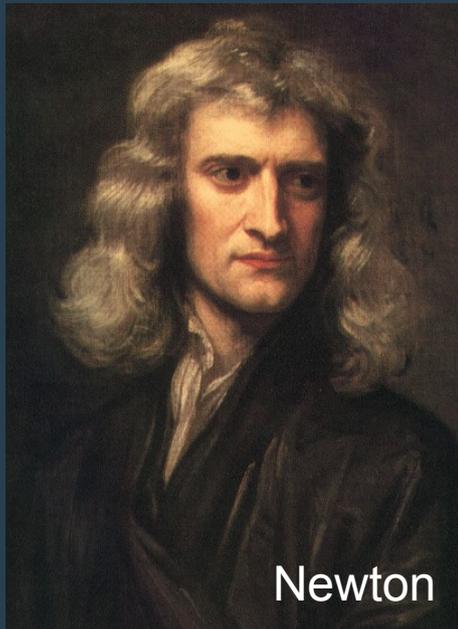
Refutável?

- A hipótese “a Lua é povoada por pequenos seres verdes que se escondem quando olhamos ou chegamos perto deles” é irrefutável: esses seres são tais que não podemos observá-los.
- A hipótese “não há pequenos seres verdes na Lua” é refutável: basta observarmos um pra derrubar a hipótese (vale para OVNI, abominável homem das neves, ...)

De hipótese a teoria

- *Hipótese*: afirmação limitada ligando causa e efeito antes mesmo da experimentação
 - Meu carro não pega. Hipótese: a bateria morreu.
- *Modelo*: a hipótese foi validada, ainda que de modo limitado
 - Modelo atômico de Bohr, Modelo de Hook para uma mola
- *Lei ou Teoria*: hipótese(s) confirmada(s) através de repetidos testes experimentais. Tem poder preditivo
 - Lei da gravitação de Newton e teoria geral da relatividade

A Ciência avança (é “auto-corretiva”)



Novas teorias assimilam as antigas

Exemplo anotado

Microbial Genes in the Human Genome: Lateral Transfer or Gene Loss?

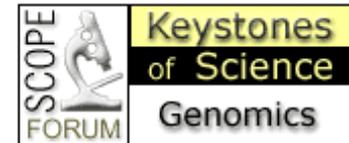
Steven L. Salzberg,* Owen White, Jeremy Peterson, Jonathan A. Eisen

A1 The human genome was analyzed for evidence that [genes](#)* had been [laterally transferred](#)* into the genome from prokaryotic organisms. A2 Protein sequence comparisons of the [proteomes](#)* of human, fruit fly, nematode worm, yeast, mustard weed, [eukaryotic](#)* parasites, and all completed [prokaryote](#)* genomes were performed, and all genes shared between human and each of the other groups of organisms were collected. A3 About 40 genes were found to be exclusively shared by humans and bacteria and are candidate examples of horizontal transfer from bacteria to [vertebrates](#)*. A4 [Gene loss](#)* combined with [sample size effects](#)* and evolutionary rate variation provide an alternative, more biologically plausible explanation.

The Institute for Genomic Research, 9712 Medical Center Drive, Rockville, MD 20850, USA.

* To whom correspondence should be addressed. E-mail: salzberg@tigr.org

A5 Studies of the evolution of [species](#)* long assumed that [gene flow](#)* between species is a minor contributor to [genetic makeup](#)**, generally thought to only occur between closely related species. This picture changed when researchers began to study the genetics of microorganisms. Genes, including those encoding [antibiotic resistance](#)*, can be [exchanged](#)* between even distantly related bacterial species (horizontal or lateral gene transfer). A6 A growing body of evidence suggests that lateral gene transfer may be a much more important force in prokaryotic evolution than was previously realized ([1](#)). Lateral gene transfers involving eukaryotes have also been well documented, in most cases involving transfers from [organellar genomes](#)* into the eukaryotic nucleus ([2](#)).



[[return to SCOPE forum](#)]

Annotation

[[explanation of annotations](#)*]

- A1 The scientific question this research project aimed to answer
- A2 Information about materials and methods
- A3 Short description of results
- A4 A brief discussion and conclusion

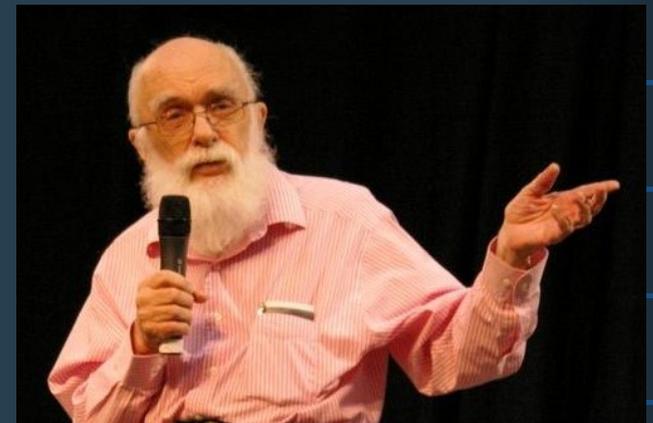
- A5 In the first paragraph the authors provide a brief introduction to the topic.
- A6 After a brief description, the authors pinpoint two relevant research papers from 1999 ([1](#)) and 1998 ([2](#)).

Conclusão

- O Método Científico está intimamente associado à Ciência
- Estabelece práticas desenvolvidas pelos cientistas para produzir resultados não-tendenciosos
- Ele parece simples, mas trata do complexo “como aprendemos o que sabemos?”
- Distingue ciência de outras formas de explicação de um fenômeno

Science is best defined as a careful, disciplined, logical search for knowledge about any and all aspects of the universe, obtained by examination of the best available evidence and always subject to correction and improvement upon discovery of better evidence. What's left is magic. And it doesn't work.

James Randi



Referências

- G. Câmara, O Método Científico,
http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser212/aula2-metodo_cientifico.ppt
- J. Wudka, The Scientific Method,
http://phyun5.ucr.edu/~wudka/Physics7/Notes_www/node5.html
- F. Wolf, Introduction to the Scientific Method,
http://teacher.nsrj.rochester.edu/phy_labs/AppendixE/AppendixE.html