

7 – Racionalismo × Empirismo

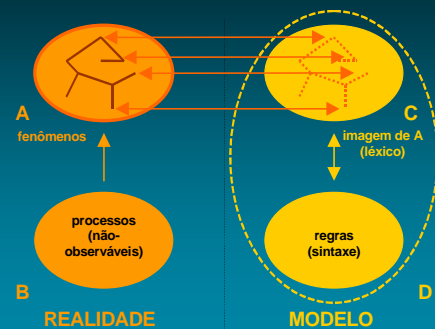
História e Epistemologia da Física

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

1/65

Realidade?



18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

2/65

Método científico

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

3/65

Método científico

- Antigo Egito: métodos de diagnósticos médicos
- Alhazen (séc. X): ênfase na busca da verdade, uso de experimentos para decidir entre duas hipóteses

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

4/65

Método hipotético-dedutivo

- experiência não é suficiente

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

5/65

Algoritmo

1. recolher observações
2. formular modelos e hipóteses que organizem as observações
3. deduzir predição a partir de 2
4. testar a predição: para tentar desprovar 2
 - se funcionar: 2 é corroborada (não provada!)
 - se não, 2 é refutada ⇒ formular nova 2

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

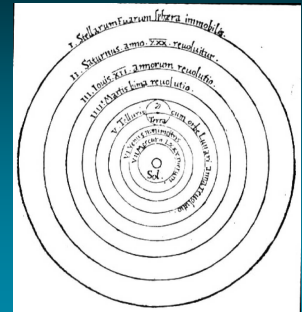
6/65

Nicolau Copérnico (1473-1543)



Contribuições

- superou mera acumulação de dados astronômicos e ajustes no modelo Ptolomaico
- ⇒ novo **modelo**: explicação mais plausível para as observações

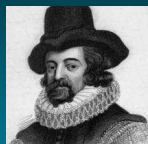


Empirismo

Empirismo

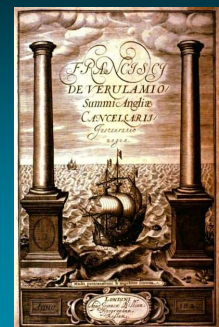
- experiência sensorial é a **única** fonte do conhecimento
- em oposição à introspecção e ao Escolasticismo
- rejeição ao Racionalismo

Francis Bacon (1561-1621)



Bacon

- político, filósofo e ensaísta inglês,
- barão Verulam
- visconde de St. Albans
- chamado de "fundador da ciência moderna"
- autor de *Instauratio magna*
- pretendia substituir o método Aristotélico



Bacon

- crítica o Escolasticismo
- repudia o silogismo Aristotélico,
- prega
 - a experimentação
 - a repetição do experimento
 - a variação controlada das condições

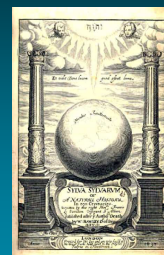
18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

13/65

New Atlantis (1626)

- 1ª Utopia moderna
- *Casa de Salomão* (Universidade/instituto de pesquisas)
- inspirou a criação da *Royal Society* (1660)



18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

14/65

Ordem Rosacruz?

- teria sido fundada por Christian Rosenkreuz
- pregavam a reforma religiosa e sócio-cultural da sociedade humana
- Bacon teria sido seu *Imperator*

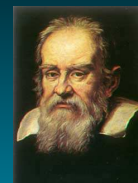


18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

15/65

Galileu Galilei (1564-1642)



18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

16/65

Galileu

- “só o livro da natureza é o objeto próprio da ciência e este livro é interpretado e lido apenas pela experiência”
- “só o raciocínio pode estabelecer as relações matemáticas entre os fatos da experiência e construir uma teoria científica dos próprios fatos”

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

17/65

Galileu

- “só a experiência pode oferecer o incentivo para a formação de uma hipótese”
- “as deduções que derivam matematicamente destas hipóteses devem ser confrontadas com a experiência e confirmadas com experimentos repetidos antes de poderem ser declaradas válidas”

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

18/65

'O Método Científico'

- Método:
 - experimento × observação
 - busca × acaso
- Hipotético-dedutivo
 - observação,
 - hipótese,
 - experimentação e
 - verificação

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

19/65

Galileu

- experimentação × Escolástica



18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

20/65

Galileu, o pseudoexperimentalista

- propõe a indução a partir das observações.
- experiências mentais
 - a da Torre de Pisa não aconteceu
- geometrização (matematização) da ciência
- objetos ideais: sem atrito, deformação, etc.

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

21/65

Isaac Newton (1643-1727)



18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

22/65

'Método' Newtoniano

- "*Hypotheses non fingo*" (não crio hipóteses(?))
- "*as proposições particulares são inferidas dos fenômenos, e depois tornadas gerais pela indução*"
- ⇒ empirista-indutivista

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

23/65

Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)



18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

24/65

Método

- analítico
- baseada em experiências verificáveis e reproduzíveis
- com instrumentos cada vez mais precisos e padronizados

A Contribuição de Lavoisier

- sonho: levar a mente ao laboratório
- raciocinar de olhos abertos, pela manipulação de coisas reais ao invés de palavras e idéias vagas

Racionalismo

Racionalismo

- derivado de Parmênides (séc. 5 a.C.)
- desenvolvido por Zenão (séc. 5 a.C.) e Platão (séc. 5 a.C.)
- principal expoente: Descartes (séc. 17)

René Descartes (1596-1650)



Descartes

- também conhecido na forma latina *Renatus Cartesius*
- contemporâneo de Galileu
- filósofo, físico e matemático francês
- denominado o “Pai da Filosofia Moderna”
- figura central do Racionalismo

Descartes

- com Descartes, surge a noção de **Lei física**, sem o cunho teológico
- a lei é eficaz por si mesma
- está de acordo com o agnosticismo de sua época

Leis da Natureza?

$S=Q/T$	$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$	$F=KqQ/r^2$	$T^2/a^3=K$
$E=Q+W$	$pV=nRT$	$F=ma$	$E=K+U$
$I=nv/f$	$E=mc^2$	$r=mv/QB$	$V=RI$

Racionalismo (Moderno)

- conhecimento deve ser baseado, por dedução, na certeza
- busca do começo racional do conhecimento: "Penso, logo existo" (certeza básica)

Método dedutivo

- apoia-se no conhecimento das coisas que se reconhecem corretas - **evidências** (intuitivas),
- pela **análise** (decomposição), divide-se uma questão em suas partes componentes
- até obterem-se evidências ou fatos já comprovados

Comparação dos métodos

Comparação dos métodos

- método dedutivo:
premissas verdadeiras \Rightarrow conclusões **necessariamente** verdadeiras.

Comparação dos métodos

- método indutivo:
premissas verdadeiras \Rightarrow conclusões no máximo **prováveis**.
- generaliza as premissas incluindo inobservados (fonte de erro)

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

37/65

Exemplos

- corvo de Hempel:
 - todos os corvos são pretos?
 - existem corvos não-pretos?
- “isto nunca aconteceu antes”
 - o fato de nunca ter acontecido antes garante que nunca vai acontecer?

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

38/65

Teoria da Relatividade

- “Quem conhece, por exemplo, a Teoria da Relatividade Restrita com base apenas no trabalho de Einstein de 1905, ficará com uma visão racionalista desta teoria. *Quem assenta esse conhecimento na célebre experiência de Michelson-Morley, poderá ficar com uma visão empirista da mesma. Em qualquer dos casos, trata-se de uma visão restrita e deturpada.*” (VALADARES, 2005)

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

39/65

Einstein e o Empirismo

- “No sistema de uma física teórica, estabelecemos um lugar para a razão e para a experiência. Os resultados experimentais e suas imbricações mútuas podem ser expressos mediante as proposições dedutivas. E é na possibilidade desta representação que se situam exclusivamente o sentido e a lógica do sistema inteiro, e mais particularmente, dos conceitos e dos princípios que formam suas bases. Aliás, estes conceitos e princípios se revelam como invenções espontâneas do espírito humano. Não podem se justificar a priori nem pela estrutura do espírito humano nem, reconhecemo-lo, por uma razão qualquer” (Einstein)

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

40/65

Einstein e o Racionalismo

- “Estes princípios fundamentais, estas leis fundamentais, quando não se pode mais reduzi-los a lógica estrita, mostram a parte inevitável, racionalmente incompreensível da teoria. Porque a finalidade precípua de toda a teoria está em obter estes elementos fundamentais irredutíveis tão evidentes e tão raros quanto puderem ser, sem se olvidar da adequada representação de qualquer experiência possível” (Einstein)

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

41/65

Crítica ao indutivismo

- método indutivo é criticado por esse ‘**salto indutivo**’.
- risco da amostra ser insuficiente e/ou tendenciosa.

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

42/65

Crítica ao indutivismo

- nenhum número restrito de observações pode acarretar logicamente um enunciado irrestrito. (1 milhão de evidências não provam nada!)
- mesmo a indução probabilística (conclusões são prováveis) não foge do problema do salto indutivo.

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

43/65

Defesa usual

- “A indução sempre funcionou no passado”
- mas isto também é uma indução pois subentende que sempre continuará a funcionar

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

44/65

Crítica ao Dedutivismo

- fornecer-se premissas das quais um fato possa ser deduzido não é suficiente para torná-lo inteligível:
- Ex.: $x \wedge (x \Rightarrow y) \Rightarrow y$
- mas porque acontece x ?

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

45/65

De fato, ...

- em Matemática, apesar do conteúdo dos teoremas já residir nos axiomas e postulados, esse conteúdo está longe de ser óbvio.

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

46/65

Ceticismo

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

47/65

Ceticismo

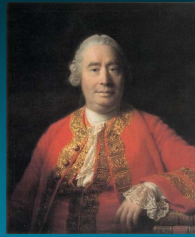
- primeiramente articulado por Pirro (séc. III a.C.)
- revivido por Montaigne (séc. 16) e Pascal (séc. 17)
- principal expoente: Hume

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

48/65

David Hume (1711-1778)



Hume

- as idéias só nascem das sensações
- a certeza que se tem do conhecimento resulta da invariância das operações intelectuais que estão em sua base
- o resto, como a realidade, por exemplo, são assuntos de crença

Ceticismo (moderno)

- crítica do Racionalismo ao Empirismo ⇒ Ceticismo
- Empirismo: experiência é passiva
- conhecimento deve ser universal

Ceticismo (moderno)

- nem o Racionalismo nem o Indutivismo podem levar à certeza da permanência do Universo:
 - Racionalismo: não garante que o futuro vai ser como o passado
 - Indutivismo: vai do inobservado ao observado

Ceticismo (moderno)

- experiência é única fonte do conhecimento, sim, mas não pode fornecer “conhecimento correto”
 - ⇒ melhor que se pode fazer:
 - se tais e quais condições são preenchidas então seguem-se tais conclusões
 - não se pode ter certeza do conhecimento do mundo exterior!

Dogmatismo

Dogmatismo

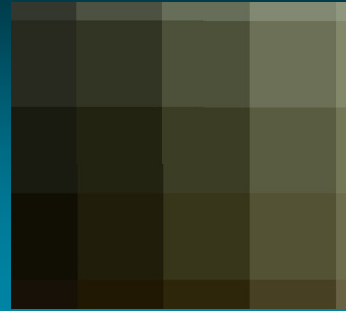
- Ceticismo: enfatiza dúvida e relatividade do conhecimento humano
 - comum em épocas de crise social
- Dogmatismo: aceita verdades absolutas
 - comum em estágios preliminares de movimentos filosóficos

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

55/65

O que você vê?

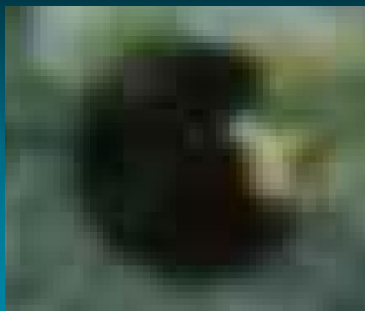


18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

56/65

O que você vê?



18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

57/65

Dogmatismo

DOGMA

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

58/65

Dogmatismo



18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

59/65

Utilitarismo

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

60/65

Utilitarismo

- origem: Epicuro (séc. a.C.)
- Bentham (séc. 19) e James Mill (pai de John Stuart Mill)
- *“Por princípio da utilidade, entendemos o princípio segundo o qual toda ação, qualquer que seja, deve ser aprovada ou rejeitada em função de sua tendência de aumentar ou reduzir o bem-estar das partes afetadas pela ação.”*

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

61/65

Utilitarismo

- experiência: não provê conhecimento teórico mas o suficiente para a vida prática
- ocorrência repetida de um evento antes de outro não constitui prova de causa e efeito (inferência).
- Ex.: o Sol nascerá amanhã?

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

62/65

Referências

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

63/65

Referências

- GOTTSCHELL, Carlos Antonio Mascia. *Do mito ao pensamento científico: A busca da realidade, de Tales a Einstein*. São Paulo : Atheneu, 2004.
- VALADARES, Jorge António. Da História da Ciência ao Ensino da Ciência: O Exemplo Clarificador da Construção da Teoria da Relatividade Restrita. **Eseñanza de las Ciéncias**, 2005. número extra. VII CONGRESO (disponível em http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/1_ense_ciencias/1_3/Valadares_283.pdf)

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

64/65

Referências

- http://pt.wikipedia.org/wiki/Metodologia_científica
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Francis_Bacon_\(filósofo\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Francis_Bacon_(filósofo))
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Indução#Filosofia>
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Racionalismo>
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ceticismo>
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Dogmatismo>
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Utilitarismo>

18-maio-2009

© www.fisica-interessante.com

65/65