

2 – Elementos de Epistemologia

História e Epistemologia da Física

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

1/112

Fato, Lei e Teoria

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

2/112

Qual é mais 'forte'?

- Fato,
- Lei ou
- Teoria?

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

3/112

Sentidos comuns

- **Fato**: associado às idéias de 'verdadeiro', 'bem estabelecido', 'definitivo'. Ex.: "isto é um fato"
- **Lei**: algo que deve ser cumprido
- **Teoria**: estão associadas as idéias de 'hipotético', 'especulativo', 'não comprovado', 'falível'

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

4/112

Fatos e Idéias

- **Fatos**: uma observação bem controlada, provinda da experiência (indução), baseadas em causa-e-efeito, indemonstráveis. Ex.: água, fogo
- **Idéias**: afirmações que podem ser demonstradas logicamente (dedução) (Aritmética, Álgebra, Geometria, etc.)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

5/112

Leis

- **Lei**: uma generalização indutiva de **correlações** entre fatos, frequentemente em forma quantitativa. Postulada.
- Enfatiza e descreve **regularidades** observadas nos fatos.
- **Não explica** nada! Apenas descreve.

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

6/112

Leis

- Ex.: Leis naturais:
 - 1ª Lei de Newton (inércia)
 - 2ª Lei de Newton
 - 3ª Lei de Newton (ação e reação)
 - Teorema energia-trabalho
 - Lei da Força de Lorentz
 - Lei da queda dos corpos
 - Lei da Gravitação Universal
 - 1ª Lei de Kepler (órbitas planas elípticas)
 - 2ª Lei de Kepler: (áreas iguais áreas em espaços de tempo iguais)
 - 3ª Lei de Kepler
 - Lei de Hooke
 - Lei de Clapeyron
 - Teorema dos eixos paralelos
 - Teorema das Forças Centrais
 - 1ª Lei da Termodinâmica
 - 2ª Lei da Termodinâmica
 - 3ª Lei da Termodinâmica
 - Teorema da equipartição
 - Lei de Coulomb:
 - Lei de Gauss
 - Lei de Ohm
 - Lei de Ampère
 - Leis de Krichhoff
 - Equações de Maxwell
 - Lei de Boyle
 - Lei de Charles & Gay-Lussac
 - Lei de Dulong-Petit
 - Lei de Beer-Lambert
 - Lei de Planck
 - etc.

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

7/112

O que você vê?

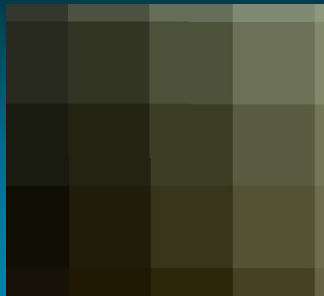


12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

8/112

O que você vê?

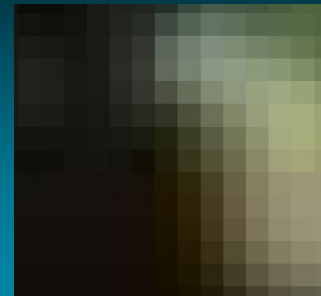


12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

9/112

O que você vê?



12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

10/112

O que você vê?

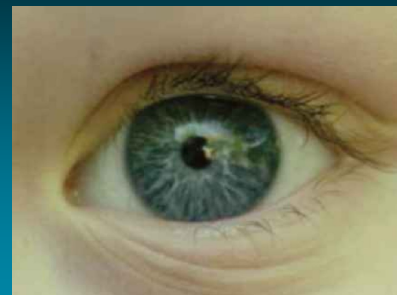


12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

11/112

O que você vê?



12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

12/112

Leis da Natureza?

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

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

13/112

Teorias

- **Teoria**: **explicação** para os fatos.
- Dela se podem **derivar** (dedutivamente) as Leis.
- Deve **prever** novos fatos e leis.
- Ilógica(!)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

14/112

Teorias

- Ex.: Teorias
 - Teoria Geral da Relatividade (de Einstein)
 - Teoria da Gravitação Universal (de Newton)
 - Teoria do Corpo Negro (de Planck)
 - Teoria das Catástrofes
 - Teoria do Caos
 - Teoria dos Jogos
 - Teoria de Campos
 - Teoria dos Grafos
 - Teoria de Grupos
 - Teoria da Informação
 - Teoria dos Nós
 - Teoria dos Números
 - Teoria das Probabilidades
 - Teoria Quântica de Campos
 - Teoria da Representação
 - Teoria dos Conjuntos
 - Teoria Sistemática

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

15/112

Princípios

- **Princípio** (pressuposto, postulado): expressão de crenças e paradigmas
 - de Conservação do Momento Angular
 - de Relatividade de Galileu
 - de Relatividade de Mach
 - de Superposição (aplicado a forças)
 - de Equivalência
 - de Incerteza de Heisenberg
 - de Arquimedes
 - etc.
- Ex.:
 - de Conservação da Energia
 - de Conservação do Momento Linear

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

16/112

Dogmatismo

DOGMA

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

17/112

Dogmatismo



12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

18/112

Conceitos

- **Conceito**: abstração, induzida de observações particulares. Ex.: verde, ouro
- não são facilmente traduzidos pois se desenvolvem a partir de experiências culturais
- podem ter significado em uso comum
- pode se referir a fenômenos diferentes em contextos diferentes

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

19/112

Definições (?) de conceitos

- *“Uma faceta da mistura entre ignorância e ingenuidade [...] manifesta-se com o uso de definições, que são tentativas de explicar um conceito em termos de outras palavras ou conceitos.”*

(ROBILOTTA, 1988)

- Ex.: ponto, linha, massa, etc.

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

20/112

Constructos

- *“O tempo e o espaço são modos pelos quais pensamos e não condições nas quais vivemos.”*

Albert Einstein

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

21/112

Construtos

- **Construtos**: conceitos conscientes e deliberadamente inventados ou adotados com propósito científico.

- Ex.: átomo, fractal,

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

22/112

Big Data

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

23/112

O que é Big Data?

- Vivemos num mundo digital repleto de e-mails, postagens nas redes sociais, vídeos do YouTube, imagens de câmaras de segurança, mensagens SMS, etc.
- desde o início dos tempos até 2003, os seres humanos criaram 5 exabytes (10^{24}) de dados. Em 2011, essa mesma quantidade de dados foi criada a cada dois dias.

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

24/112

O que é Big Data



12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

25/112

O que é Big Data?

- Big data é uma oportunidade de encontrar insights em novos e emergentes tipos de dados e conteúdos, para responder a perguntas que foram anteriormente consideradas fora de seu alcance (IBM)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

26/112

Exemplo de Big Data

- A empresa Target descobriu que clientes mulheres grávidas começam a comprar vários artigos específicos, incluindo loção sem perfume e certos suplementos vitamínicos.
- Começou a bombardeá-las com cupons de desconto para carrinhos de bebê, fraldas etc. para fidelizá-las.
- Um pai reclamou terem-nos enviado para sua filha de adolescente, só para, depois, descobrir que ela realmente estava grávida.
- O Big Data descobriu sua gravidez antes do pai!

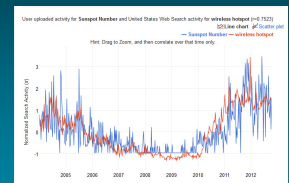
12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

27/112

Aplicações ao Ensino

- Com a ferramenta *Google Correlate*, vê-se que a variação da atividade solar correlaciona-se bem com o termo de busca 'wireless hotspot'.
- É claro que "correlação não implica em causalção", mas os estudantes poderiam, então, pesquisar em várias outras fontes, o que seria produtivo em termos de compreensão das noções de leis físicas, teorias, etc.



12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

28/112

Referências

- GOMBRICH, Ernst H. J. Breve História do Mundo.
- BUNGE, Mário. Epistemologia.
- BACHELARD, G. A Formação do Espírito Científico. Rio de Janeiro: Ed. Contraponto, 1996
- BACHELARD, G. Epistemologia. Rio de Janeiro: Zahar, 1983
- BACHELARD, G. O Novo Espírito Científico. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1995.
- dos SANTOS, Renato P. Uma proposta didática para o uso de Big Data no ensino de Ciências. 2014. Disponível em <http://www.fisica-interessante.com/artigo-big_data_proposta_didatica_ensino_de_ciencias.html>. Acesso em: 10/02/2014.

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

29/112

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

30/112

Referências

- IRWIN, William (org). Matrix : Bem-vindo ao deserto do real. São Paulo: Madras, 2003.
- PAULOS, J.A., Inumerismo, Lisboa: Europa-América, 1991
- PIAGET, J. & GARCIA, R. Psicogênese e História das Ciências. Lisboa: Dom Quixote, 1987.
- ROBILOTTA. in Caderno Catarinense de Ensino de Física, 1988
- SCHEMBERG, M. Pensando a Física. São Paulo: Editora Brasiliense, 1984.

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

31/112

Referências

- VALADARES, Jorge António. Da História da Ciência ao Ensino da Ciência: O Exemplo Clarificador da Construção da Teoria da Relatividade Restrita. Enseñanza de las Ciencias, 2005. número extra. VII Congreso. (disponível em http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/1_ens_e_ciencias/1_3/Valadares_283.pdf)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

32/112

Referências

- PAGLIARINI & SILVA. A Estrutura dos mitos Históricos nos livros de Física. Anais do X EPEF (disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/ep ef/x/sys/resumos/T0124-1.pdf>)
- FLORSHEIM, G. & BORGES, S.M. Eleusis: um jogo que simula o método científico. Revista do Ensino de Ciências. FUNBEC, n. 5, jan/1982

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

33/112

Referências

- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Elêusis_\(jogo_de_cartas\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Elêusis_(jogo_de_cartas))
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Eadweard_Muybridge

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

34/112

Pérolas da História da Ciência

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

35/112

Pérolas da História da Ciência

- "A razão poderia só por si levar-nos a concluir que a Terra se move como um planeta, se a Autoridade não nos salvasse desse erro". (Oresme, c. 1370)
- "Quando a Exposição de Paris fechar, ninguém mais vai ouvir falar em luz eléctrica." (Erasmus Wilson, professor da Universidade de Oxford, 1800)
- "Eu escrevo para filósofos e não para artilheiros." (Torricelli, em resposta às queixas de que as tabelas balísticas que ele publicara não foram confirmadas por ensaios práticos)
- "É uma grande invenção, mas, de qualquer forma, quem iria usar isso?" (Rutherford B. Hayes, presidente norte-americano, depois da demonstração do telefone de Alexander Bell, em 1876.)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

36/112

Pérolas da História da Ciência

- "O telefone tem muitas desvantagens para ser considerado, seriamente, um meio de comunicação. O aparelho não tem valor para nós". (Memorando da Western Union, entre 1876 e 1878)
- "Os americanos têm necessidade de telefones, mas nós não. Temos um monte de mensageiros". (Sir William Preece, engenheiro-chefe Correio Britânico, em 1878)
- "O fonógrafo não tem nenhum valor comercial". (Thomas Edison, inventor norte-americano, nos anos 1880)
- "Qualquer um familiarizado com o assunto vai reconhecer isso como um evidente fracasso" (Henry Morton, presidente do Instituto de Tecnologia Stevens, sobre a lâmpada elétrica de Thomas Edison, em 1880)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

37/112

Pérolas da História da Ciência

- "Máquinas de voar mais pesadas do que o ar são impossíveis". (Lord Kelvin, matemático, físico e presidente da Sociedade Real Britânica, em 1895)
- "O meu invento pode ser explorado como uma curiosidade científica por algum tempo mas não tem futuro comercial." (Auguste Lumière, inventor do cinema, 1895)
- "O rádio não tem futuro" (Lord Kelvin, matemático e físico, em 1897)
- "Tudo que pode ser inventado já foi inventado" (Charles H. Duell, oficial do escritório de patentes dos Estados Unidos, em 1899)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

38/112

Pérolas da História da Ciência

- "A 'carruagem sem cavalo' normal é, no momento, um luxo para os ricos e, por causa do seu preço, provavelmente vai falhar no futuro. Com certeza, jamais se tornará tão comum como a bicicleta". (Literary Digest, em 1899)
- "Agora, não há mais nada novo para ser descoberto pela Física. Tudo o que nos resta são medições cada vez mais precisas." (Lord Kelvin, matemático, físico e presidente da Royal Society Britânica, em 1900)
- "O cavalo está aqui para ficar, mas o automóvel é apenas uma novidade, uma moda". (Presidente do banco de Michigan alertando o advogado de Henry Ford para não investir na montadora, em 1903)
- "Se Deus quisesse que o homem voasse, tinha-lhe dado asas" (Pessoas sem visão, tratando de roubar o sonho aos irmãos Wright)
- "O homem não irá voar em 50 anos". (Wilbur Wright, pioneiro da aviação, ao irmão Orville, depois de uma tentativa fracassada de voar, em 1901)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

39/112

Pérolas da História da Ciência

- "Aviões são brinquedos interessantes, mas não têm valor militar". (Marechal Ferdinand Foch, professor de estratégia da Ecole Supérieure de Guerre, em 1904)
- "Que o automóvel praticamente chegou ao seu limite é confirmado pelo fato de que, nos últimos anos, nenhum aprimoramento radical foi introduzido." (Revista Scientific American, em 1909)
- "A caixa de música sem fio não tem valor comercial imaginável. Quem pagaria para uma mensagem enviada para ninguém em particular?" (Associados de David Sarnoff, respondendo a um pedido de investimento para o rádio, em 1921)
- "O correio aéreo é moda pouco prática, que não tem o seu lugar no trabalho sério do transporte postal." (Paul Henderson, Segundo assistente Postal Geral, 1922)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

40/112

Pérolas da História da Ciência

- "Quem diabos deseja ouvir os atores falando?" (H. M. Warner, co-fundador da Warner Brothers, em 1927)
- "Não há a menor indicação de que a energia nuclear será obtida. Isso significaria que o átomo teria que ser rompido." (Albert Einstein, em 1932)
- "Um foguete jamais será capaz de deixar a atmosfera da Terra". (Jornal New York Times, em 1936)
- "A energia atômica deve ser tão boa como os explosivos de hoje, mas é improvável que produza algo muito mais perigoso". (Winston Churchill, primeiro-ministro britânico, em 1939)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

41/112

Pérolas da História da Ciência

- "Jamais será construído um avião grande". (engenheiro da Boeing, depois do primeiro voo do modelo 247, que tinha motor duplo e transportava 10 pessoas)
- "A televisão não vai durar porque, logo, as pessoas irão ficar cansadas de olhar para uma caixa de madeira todas as noites". (Darryl Zanuck, produtor de cinema da 20th Century Fox, em 1946)
- "Eu penso que há um mercado mundial só para 5 computadores." (Thomas Watson, Presidente da IBM, 1947)
- "A televisão não vai durar. É uma tempestade num copo d'água". (Mary Somerville, pioneira em radiodifusão educacional, em 1948)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

42/112

Pérolas da História da Ciência

- "Na medida em que uma calculadora no ENIAC é equipada com 18 mil tubos de vácuo e pesa 30 toneladas, os computadores do futuro deverão ter apenas mil tubos de vácuo e pesar 1,5 toneladas". (Revista Popular Mechanics, em 1949)
- "O potencial mercado de máquinas de cópia é de, no máximo, cinco mil (unidades)". (IBM, para os futuros fundadores da Xerox, dizendo que as fotocopiadoras não teriam um mercado tão grande que justificasse a sua produção, em 1959)
- "Eu viajei por todos os cantos deste país e conversei com as melhores pessoas, e posso assegurar a você que o processamento de dados é uma moda e não vai durar até o final do ano". (Editor responsável por livros de negócios da Prentice Hall, em 1957)
- "Não há praticamente nenhuma chance dos satélites espaciais de comunicação serem usados para prover melhores serviços de telefone, telégrafo, televisão ou rádio dentro dos Estados Unidos". (T. Craven, membro do conselho da Comissão Federal de Comunicações dos Estados Unidos, em 1961).

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

43/112

Pérolas da História da Ciência

- "A transmissão de documentos por cabos de telefone é possível, em princípio, mas o aparato requerido é tão caro que nunca irá se tornar uma proposta prática". (Dennis Gabor, físico britânico e autor de Inventing the Future, em 1962)
- "No fim do século, se houver alguma coisa que se mantenha inalterada, essa coisa será o papel das mulheres." David Riesman, sociólogo, Harvard, 1967
- "A compra à distância, apesar de ser completamente possível, irá fracassar - porque a mulher gosta de sair de casa, segurar a mercadoria, gosta de estar apta a mudar a sua intenção". (Revista Time, 1968)
- "Não gostamos do seu som. As guitarras eléctricas não estarão na moda." (Dick Rowe, executivo da Decca Records, recusando os Beatles em 1962)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

44/112

Pérolas da História da Ciência

- "Não há razão para que alguém queira ter um computador em casa". (Ken Olson, presidente e fundador da Digital Equipment Corp. (DEC), fabricante de computadores de grande porte, discutindo os computadores pessoais, em 1977)
- "Esta coisa de antitruste vai passar". (Bill Gates, fundador da Microsoft)

12-fev-2014

© www.fisica-interessante.com

45/112