

14 - A Ciência Pós-Positivista

História e Epistemologia da Física

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

1/87

Gaston Bachelard (1884-1962)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

2/87

Bachelard

- elaborou uma epistemologia histórica procurando considerar as ciências no seu desenvolvimento, no que se chamou de **psicanálise do conhecimento objetivo**.
- construiu um arquivo de arquétipos que se encontram na base de toda criação, distribuídos em
 - *A formação do espírito científico* (1938),
 - *A água e os sonhos* (1942),
 - *A poética do devaneio* (1960), etc.

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

3/87

Bachelard

- *“O fato científico é sempre artificial, delicado, escondido”*
- *“Uma medida precisa é uma medida complexa, indireta”*
- Conhecimento comum é ‘obstáculo epistemológico’
- ‘Erro’ é um dos tempos da dialética ⇒ CA é etapa

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

4/87

‘Aprendizagem por Descoberta’?

- pregação d’‘O Método Científico’
- observação como fonte de conhecimento
- objetividade: abandono da especulação, da intuição, da criatividade
- Leis não construídas mas descobertas na experimentação (realista)
- roteiros de laboratório empiristas-indutivistas

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

5/87

Obstáculos pedagógicos

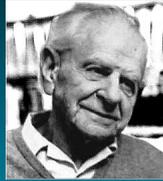
- excesso visual,
- generalização,
- analogias e metáforas

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

6/87

Popper (1902-1994)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

7/87

Racionalismo Crítico

- resultados **não "provam"** Teoria (\neq Bacon)
- resultados podem apenas invalidar a Teoria
 - \Rightarrow Teoria Científica é sempre conjectural e provisória
 - \Rightarrow Verdade é inalcançável

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

8/87

Popper e o problema da indução

- é possível derivar conclusões verdadeiras a partir de premissas falsas
 - “Todo metal conduz eletricidade”; (V)
 - “Grafite é metal”; (F)
 - \Rightarrow “Grafite conduz eletricidade” (V!)

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

9/87

Popper e o problema da indução

- não há ‘retransmissão da verdade’ das conclusões (observações) para as leis
 - “Este corvo é preto” \Rightarrow “Todo corvo é preto”
- podem-se criar diferentes generalizações (Leis) a partir de um mesmo conjunto de observações

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

10/87

Falseabilidade

- observação: enunciado singular
- Lei: enunciado universal
- dedução: universal \rightarrow singular
- indução: singular \rightarrow universal
- Popper: singular \rightarrow universal
- modus tollens: $\sim p \not\Rightarrow \sim P$

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

11/87

Paradoxo do corvo

- “este corvo é branco” \Rightarrow “todos os corvos são brancos” (indução)
 - \Rightarrow “tudo que não é preto, não é corvo”
- \therefore “esta maçã é vermelha” \Rightarrow “tudo que não é preto, não é corvo”
- \therefore “esta maçã é vermelha” \Rightarrow “todos os corvos são brancos”

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

12/87

Popper e o 'método crítico'

- conhecimento são conjeturas construídas, não apenas racionalmente mas até metafísicas
- "contexto da descoberta" e "contexto da justificação" (Reichenbach)
- observações são impregnadas de teorias
- Teoria pode ser 'salva' por hip. *ad-hoc*
- objetividade: processo social dos cientistas
- realista: teoria \times realidade

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

13/87

Popper e as pseudociências

- Pseudociências podem ser indutivas
- Ciência pode ser especulativa
- "Critério de demarcação": Ciência é refutável; pseudociência, não

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

14/87

Popper e as pseudociências

- Exemplos:
 - astrologia,
 - psicanálise,
 - materialismo histórico Marxista
- Biologia de Lyssenko: foi obstáculo

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

15/87

Teoria do Conhecimento

Problema \Rightarrow
 \Rightarrow Tentativa de Solução \Rightarrow
 \Rightarrow Eliminação do Erro \Rightarrow
 \Rightarrow Novo Problema

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

16/87

Thomas Kuhn (1922-1996)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

17/87

Kuhn e as 'Revoluções Científicas'

- Ciência, numa perspectiva histórica, é muito diferente da visão linear, dos textos de física ou da filosofia da ciência

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

18/87

Kuhn e as 'Revoluções Científicas'

- vislumbrou construção não-linear do conhecimento:
 - mediante saltos,
 - com rupturas e
 - substituições de paradigmas vigentes

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

19/87

Kuhn e as 'Revoluções Científicas'

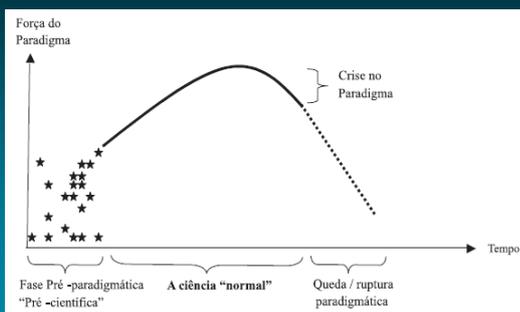
- **Fase pré-científica:** pluralista, competição de paradigmas
- **Ciência normal:** monista, exploração do paradigma
- **Revolução científica:** crise no paradigma, substituição por paradigma alternativo (incomensurável), conversão, tradução

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

20/87

Kuhn e as 'Revoluções Científicas'



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

21/87

Paradigmas

- *"um paradigma é o que os membros de uma comunidade científica compartilham"*
- *reciprocamente, uma comunidade científica consiste em homens que compartilham um mesmo paradigma."*

(KUHN, 1970)

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

22/87

Paradigma

- matriz disciplinar: conjunto de leis, modelos, valores, aceites pela comunidade
- não é conhecimento rigoroso, é **tácito**, flexível e vai sendo melhor elaborado com o desenvolvimento da ciência que o reconhece.

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

23/87

Paradigma

- inclui:
 - um modelo teórico,
 - o tipo de problemas que devem ser considerados,
 - as formas de solucioná-los e
 - os instrumentos que podem ser utilizados nas experiências.

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

24/87

Ciência normal

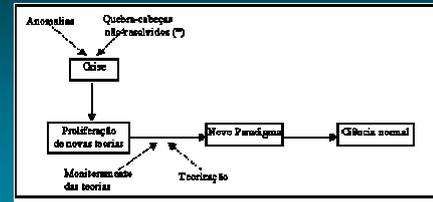
- resolução de quebra-cabeças
- pressuposto de que se tem todas as peças, isto é, de que os elementos do paradigma são suficientes para resolver os problemas definidos por ele
- se não funciona (**anomalia**), a culpa, em princípio é do pesquisador, não do quebra-cabeças

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

25/87

Crises



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

26/87

Crise

- acúmulo de anomalias
- mudança na percepção da importância das anomalias
- surgimento de um paradigma concorrente (se não há concorrente, o 'velho vai servindo')

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

27/87

Paradigmas

- é muito difícil que uma ciência abandone um paradigma sem substituí-lo por outro.
- se um cientista decide, ainda que com boas razões, abandonar sua certeza sobre como é o mundo sem substituí-lo por nada, **ele deixa de ser cientista**.

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

28/87

Revolução científica

- crise no paradigma ⇒
- ⇒ substituição por paradigma alternativo (incomensurável) ⇒
- ⇒ conversão ⇒
- ⇒ tradução

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

29/87

Revolução científica

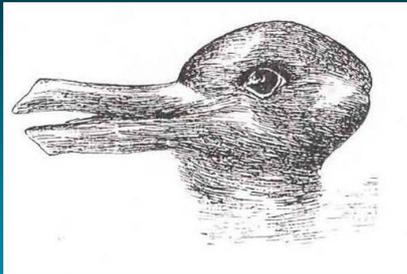
- mais do que um período de mudança de paradigmas, é uma mudança na maneira de olhar o mundo!

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

30/87

Mudança de paradigma

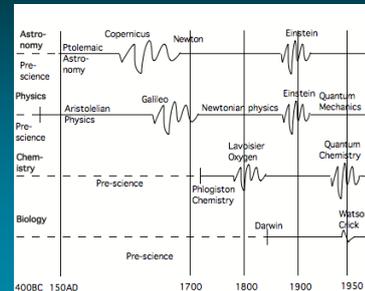


25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

31/87

Revoluções nas Ciências



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

32/87

O papel dos Manuais

- *“Referem-se a um corpo já articulado de problemas, dados e teorias e [...] ao conjunto de particular de paradigmas aceito pela comunidade científica na época em que [...] foram escritos. [...] não é necessário que proporcionem informações autênticas a respeito ao modo pelo qual essas bases foram inicialmente reconhecidas e posteriormente adotadas pela profissão.”*

(KUHN, 1970)

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

33/87

Proposta de Ensino de Ciências

- Conscientização das CA (paradigma)
- Crítica das CA (crise)
- Apresentação da CC (tradução do paradigma concorrente)
- Promoção da CC (conversão)

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

34/87

Mario Bunge (1919-)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

35/87

Pseudociência é perigosa

1. passa especulação selvagem e dados não controlados por resultados de pesquisa científica
2. representa mal a atitude científica (o 'espírito' da Ciência);
3. contamina alguns campos da ciência, especialmente os 'light';

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

36/87

Pseudociência é perigosa

4. é acessível a milhões de pessoas (enquanto a ciência genuína é difícil e, portanto, elitista);
5. tornou-se a um negócio multibilionário alimentando-se da credence popular
6. tem o suporte de poderosos grupos de pressão – às vezes, igrejas e partidos políticos – e a simpatia dos meios de comunicação de massa

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

37/87

visões populares de Ciência

- **Consenso:** ciências humanas abrigam controvérsia e Ciência, não.
E as controvérsias sobre a Mecânica Quântica?
- **Empírica:** Ciência só aceita dados empíricos e sínteses indutivas, excluindo hipóteses.
E não-observáveis como átomos, etc.?
- **Sucesso:** só resultados práticos contam. Critério para tecnologia. Ciência procura a verdade.

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

38/87

visões populares de Ciência

- **Formalista:** um corpo de conhecimento é científico se foi totalmente matematizado.
E as Ciências em estado embrionário? E a pesquisa experimental?
- **Refutacionista:** a marca da Ciência é a refutabilidade.
Então toda crença refutável é Ciência?
- **Metodista:** o único requisito para a Ciência é adotar o 'método científico'.
Uma "correlação entre o comprimento do nariz e opinião política" é ciência?

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

39/87

Comparação

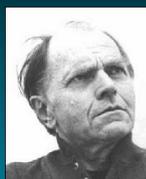
Ciência Ex.: Física, Química, Biologia, etc.	Protociência Ex.: Abiogênese, Criônica, Teoria M, Sociobiologia, etc.
Não-ciência Ex.: Artes,	Pseudociência Ex.: Parapsicologia, Psicanálise, Frenologia

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

40/87

Paul Feyerabend (1924-1974)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

41/87

Feyerabend

- estudou com Popper
- ia escrever "A Favor e Contra o Método", com Lakatos mas este morreu antes ⇒ só "Contra o Método"

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

42/87

Feyerabend

- não há regras metodológicas definitivas
- o 'Método científico' limita o cientista
- o 'Método Científico' exclui o Homem e a investigação qualitativa
- contra o racionalismo e a "religião científica"
⇒ Anarquismo metodológico: pluralismo metodológico e de tradições

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

43/87

A Falácia d' 'O Método'

- *"na prática, muitas vezes, o cientista procede por tentativas, vai numa direção, volta, mede novamente, abandona certas hipóteses porque não tem equipamento adequado, faz uso da intuição, dá "chutes", se deprime, se entusiasma, se apega a uma teoria".*

(Ostermann e Moreira, 1999)

⇒ O método científico é, sem dúvida, uma falácia.

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

44/87

Feyerabend

- escolha entre 'nova' e 'velha' teoria é mais **estética** do que **racional**
- não se pode descartar o 'apego' ao conhecido e confortável da 'velha' teoria

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

45/87

Feyerabend

- nenhuma teoria interessante é completamente consistente com todos os fatos relevantes
⇒ retirar certos resultados de cálculos e substituí-los por uma descrição do que é atualmente observado (renormalização)
⇒ corrige o gráfico ou ganha o Nobel?

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

46/87

Feyerabend

- o sucesso dos cientistas está envolvido com elementos não-científicos, tais como inspiração, mitos ou de fontes religiosas.
- não é justo utilizar suposições científicas para selecionar quais problemas merecem ser resolvidos e para julgar o mérito de outras ideologias.

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

47/87

Feyerabend

- não há método científico universal ⇒ não há justificação para a superioridade da Ciência sobre outras ideologias.
- Ciência não merece o *status* privilegiado que possui na sociedade ocidental. (não explica tudo).

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

48/87

Implicação para o Ensino

- Ciência deveria ser separada do Estado
- pais deveriam poder determinar o contexto ideológico da educação de seus filhos, em vez de terem suas opções limitadas pelos padrões científicos (⇒ debates s/ Criacionismo)
- Objetivo: preparação de cidadãos críticos, de mente aberta

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

49/87

Surrealismo (1920-)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

50/87

Pipe, Magritte

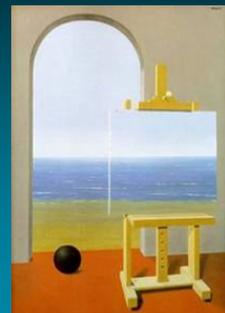


25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

51/87

La Condition Humaine, Magritte



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

52/87

Pop-art (1950-)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

53/87

Pop-art

- “arte popular”
- operava com signos estéticos de cores inusitadas, massificados da publicidade e do consumo
- figuras e ícones populares como tema de suas pinturas
- crítica irônica do consumismo de massa

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

54/87

Pop-art

- materiais: gesso, tinta acrílica, poliéster, látex, cores intensas, fluorescentes, vibrantes
- objetos do cotidiano em tamanho gigante
- transformava o real em hiper-real

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

55/87

Drowning Girl, Lichtenstein



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

56/87

Just what is it that makes today's homes so different, so appealing?, Richard Hamilton



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

57/87

Andy Warhol

- artificialidade, transitoriedade, efemeridade:
- *"No futuro, todo mundo será mundialmente famoso durante 15 minutos"* (1968)
- **verdade(!)**: BBB, YouTube, etc.

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

58/87

Campbell's Soup Cans, Warhol



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

59/87

Marilyn, Warhol

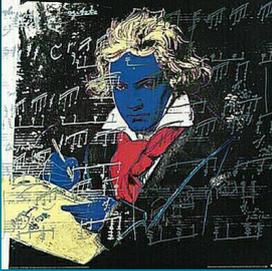


25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

60/87

Beethoven, Warhol

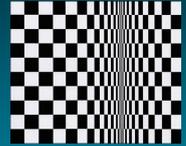


25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

61/87

Op-art (1960-)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

62/87

Op-art

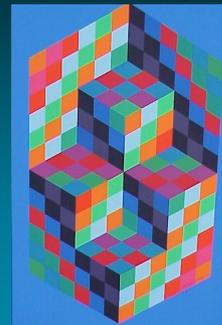
- “arte óptica”
- uso de ilusões
- interação da ilusão com o plano da pintura, da visão com o entendimento

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

63/87

Litografia geométrica, Vasarely

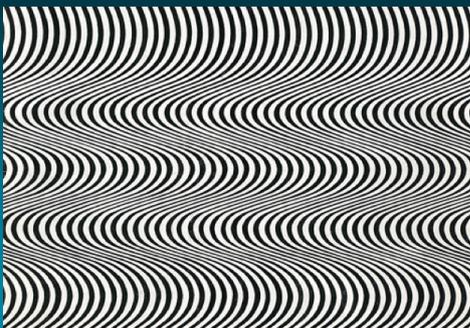


25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

64/87

Current, Bridget Riley

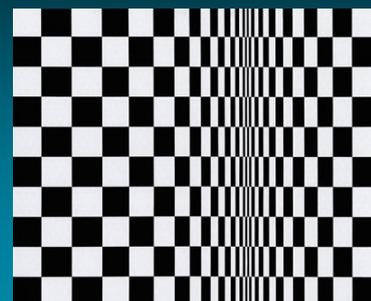


25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

65/87

Movement in Squares, Riley



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

66/87

Pós-modernidade (1968-)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

67/87

Pós-modernidade

- “O mundo pós-moderno é aquele baseado na Ciência, mas, paradoxalmente, “onde tudo é possível e quase nada é certo.”

(Vaclav Havel, presidente da República Checa, discurso em 4 Julho de 1994)

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

68/87

O Caso Sokal

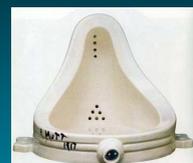
- 1996: Sokal, físico, submeteu artigo pseudocientífico “Transgredindo as Barreiras: Rumo a uma Hermenêutica Transformativa da Gravidade Quântica” à revista Social Text, pós-moderna, de estudos culturais
- “com as citações mais idiotas que conseguiu encontrar sobre Matemática e Física, feitas por acadêmicos pós-modernistas”
- o artigo foi aceito sem qualquer revisão de físicos qualificados.
- no mesmo dia, Sokal anunciou na revista Lingua Franca que o artigo era uma fraude

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

69/87

Arte conceitual (1960-)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

70/87

Arte conceitual

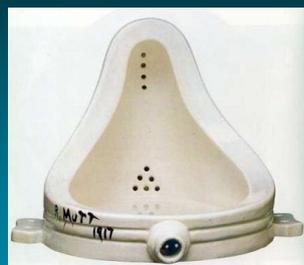
- conceitos ou idéias têm precedência sobre a estética ou os materiais
- desconstrução da Arte:
– “arte que questiona o que é entendido como Arte” (Joseph Kosuth)

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

71/87

Fountain, Duchamp



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

72/87

Combine, Rauschenberg

- combinações inovadoras de materiais não tradicionais e objetos



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

73/87

Erased de Kooning Drawing, Rauschenberg

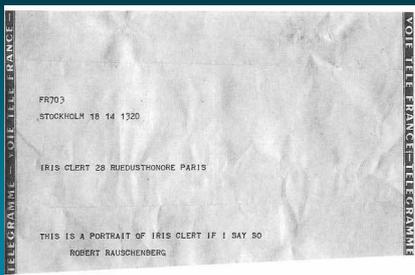


25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

74/87

Iris Clert Portrait, Rauschenberg



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

75/87

Neo-Expressionismo (1970-1980)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

76/87

Neo-Expressionismo

- reação contra a arte conceitual e minimalista dos anos 70
- voltaram a retratar objetos reconhecíveis, incluindo o corpo humano, ainda que em abstrato
- de forma grosseira, violentamente emocional, com cores vívidas

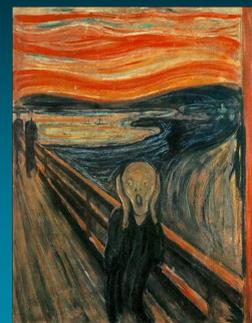
25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

77/87

Der Schrei der Natur, Munch

- erupção de Krakatoa



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

78/87

Boy and Dog, Basquiat



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

79/87

Massurrealismo (1990-)



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

80/87

Massurrealismo

- convergência do surrealismo e *mass media*, incluindo a influência da pop art

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

81/87

Die tote Stadt, Kreuzhof



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

82/87

Early Man Goes to Market, Banksy

- falso petrólito
- ficou pendurado no *British Museum* (Londres) durante dias



25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

83/87

Referências

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

84/87

Referências

- BUNGE, Mário. **Epistemologia.**
- FLAVELL, John. **A psicologia evolutiva de Jean Piaget.**
- INHELDER, B. **Aprendizagem e estrutura do conhecimento.**

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

85/87

Referências

- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Popper>
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Kuhn>
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pseudociência>
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Lakatos>
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Feyerabend>

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

86/87

Referências

- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pós-modernidade>
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Caso_Sokal
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Pop-art>
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Op_art
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Surrealismo>
- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Magritte>

25-jun-2009

© www.fisica-interessante.com

87/87