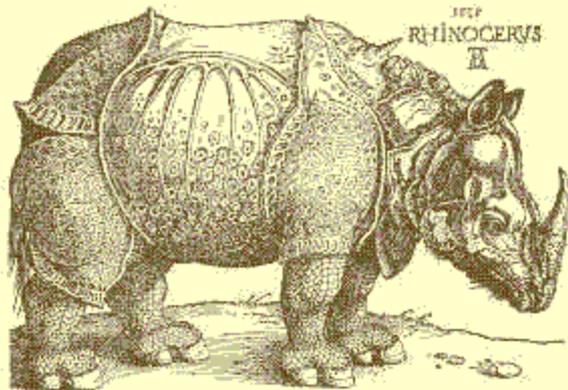


# Usos e abusos da história da ciência no ensino de ciências



Roberto de Andrade Martins

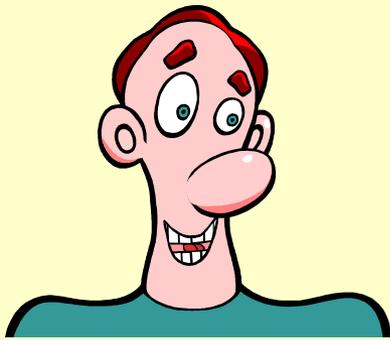


UNICAMP

Grupo de História e Teoria da Ciência

<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/>

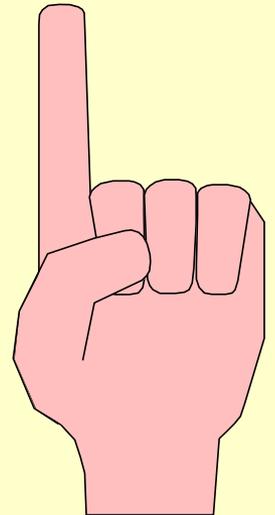
# Objetivos



- Esclarecer alguns aspectos positivos da aplicação didática da história da ciência



- Alertar contra erros comuns no uso da história da ciência aplicada ao ensino



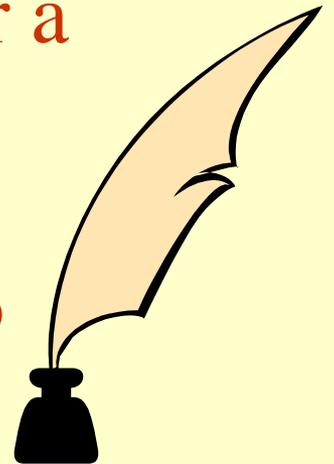
# Histórico (1)

- Até o fim do século XIX a história da ciência era uma atividade “amadora” desenvolvida por cientistas “velhos”
- A história da ciência se tornou um campo profissional de pesquisas no início do século XX
- Na mesma época, surgiu o interesse em aplicar a HC ao ensino



## Histórico (2)

- Em 1917, um comitê formado pela *British Association for the Advancement of Science* propôs a adoção de aulas de História da Ciência nas escolas, como meio de apresentar a metodologia científica
- No entanto, essa iniciativa antiga não deu resultados práticos



## Histórico (3)

- Atualmente: grande interesse na aplicação da História da Ciência ao ensino
- Paralelos estabelecidos por Piaget e colaboradores entre o processo psicogênico das crianças e as etapas históricas da evolução da ciência



## Histórico (4)

- O primeiro grande projeto a fazer forte uso de História da Ciência foi o *Harvard Project Physics* (1968)
- Década de 1980: foi desenvolvido na Escandinávia um projeto mais radical (*EXACT*), discutindo problemas éticos das interrelações entre ciência e sociedade



# Histórico (5)

- Congressos europeus sobre História da Física e Educação
  - conferência internacional em Pavia (1983)
  - em seguida München (1986)
  - atualmente:  
bienal



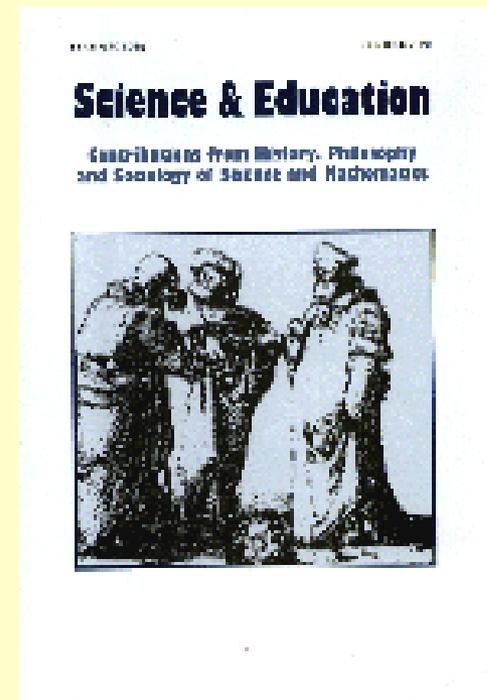
# Histórico (6)

- Inglaterra
  - 1986: foi iniciada uma série de congressos sobre História da Ciência e Ensino
  - 1989: criação da revista *Teaching the History of Science*
  - 1989: currículo nacional britânico passou a incluir como obrigatório o uso de história e filosofia da ciência no ensino secundário



# Histórico (7)

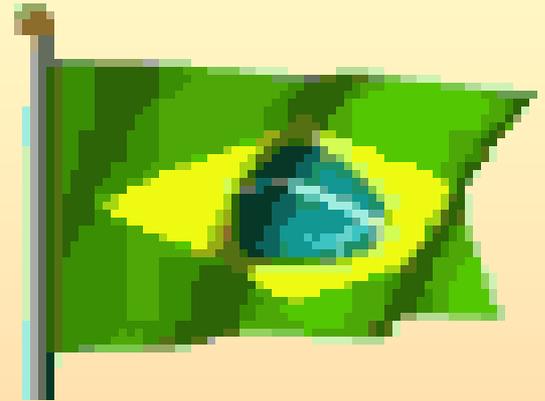
- Em 1989 foi criado o *International History, Philosophy and Science Teaching Group*, sob a liderança de Michael Matthews (Austrália)
- 1991: início da revista *Science & Education – Contributions from History, Philosophy and Sociology of Science and Mathematics*
- Congressos mundiais bienais (2001: Estados Unidos)



# E no Brasil ?

Seguindo a moda internacional, o uso de história da ciência tende a aumentar também no Brasil

- Diretrizes Curriculares Nacionais mencionam HC
- A HC aparece em livros e cursos de todos os níveis



# No Brasil

Muitos professores contam histórias engraçadas relacionadas à história da ciência “para tornar as aulas mais interessantes”

- maçã de Newton
- Arquimedes e a coroa do rei



# Arquimedes e a coroa do rei (1)

Um exemplo simples de conteúdo de HC:



Versão popular sobre o modo pelo qual Arquimedes descobriu a falsificação da coroa do rei Heron de Siracusa

# Arquimedes e a coroa do rei (2)

O rei Heron mandou fabricar uma coroa e forneceu ouro puro ao artesão.

Ao receber a coroa, teve dúvidas sobre a honestidade do artesão, que poderia ter misturado prata ao ouro.



# Arquimedes e a coroa do rei (3)



O rei chamou  
Arquimedes e  
encarregou-o de  
descobrir, sem destruir  
a coroa, se ela era de  
ouro puro ou não

# Arquimedes e a coroa do rei (4)

Sob o ponto de vista físico, o problema pode ser resolvido conhecendo-se a densidade da coroa e a densidade do ouro (o metal mais denso conhecido na época)

- Era fácil pesar a coroa
- Mas era difícil saber o seu volume (formato irregular)



# Arquimedes e a coroa do rei (5)

Arquimedes não sabia como solucionar o problema

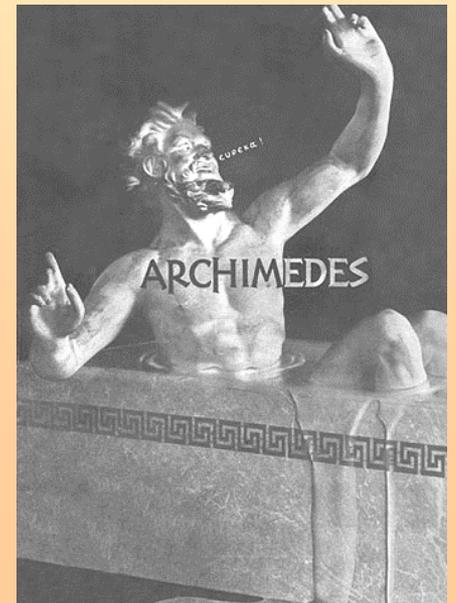
Conta-se que certo dia estava tomando banho quando resolveu a dificuldade



# Arquimedes e a coroa do rei (6)

Arquimedes notou que, quando entrava na banheira, caía para fora dela uma quantidade de água igual ao volume de seu próprio corpo

Mergulhando a coroa em um recipiente com água ele poderia medir o volume da coroa



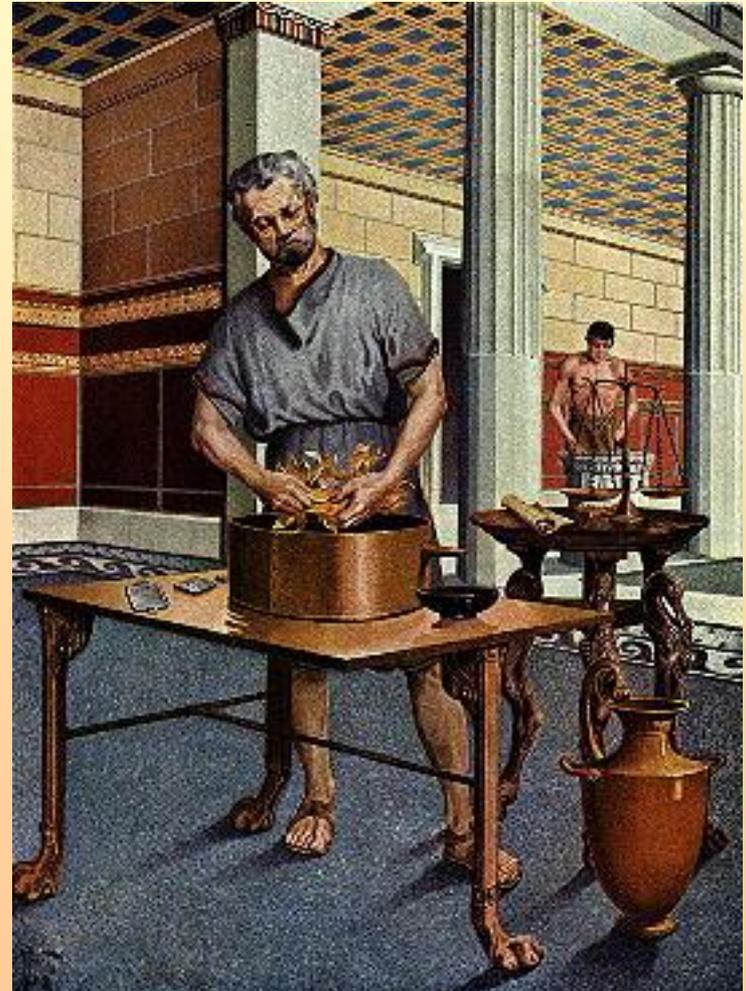
# Arquimedes e a coroa do rei (7)

Arquimedes ficou tão feliz com sua descoberta que saiu correndo nu pelas ruas de Siracusa até o palácio do rei, gritando “Eureka”, que significa: “Descobri”.



# Arquimedes e a coroa do rei (8)

Então ele aplicou o método que havia inventado: mergulhou a coroa em um recipiente, mediu a água derramada e descobriu o volume da coroa

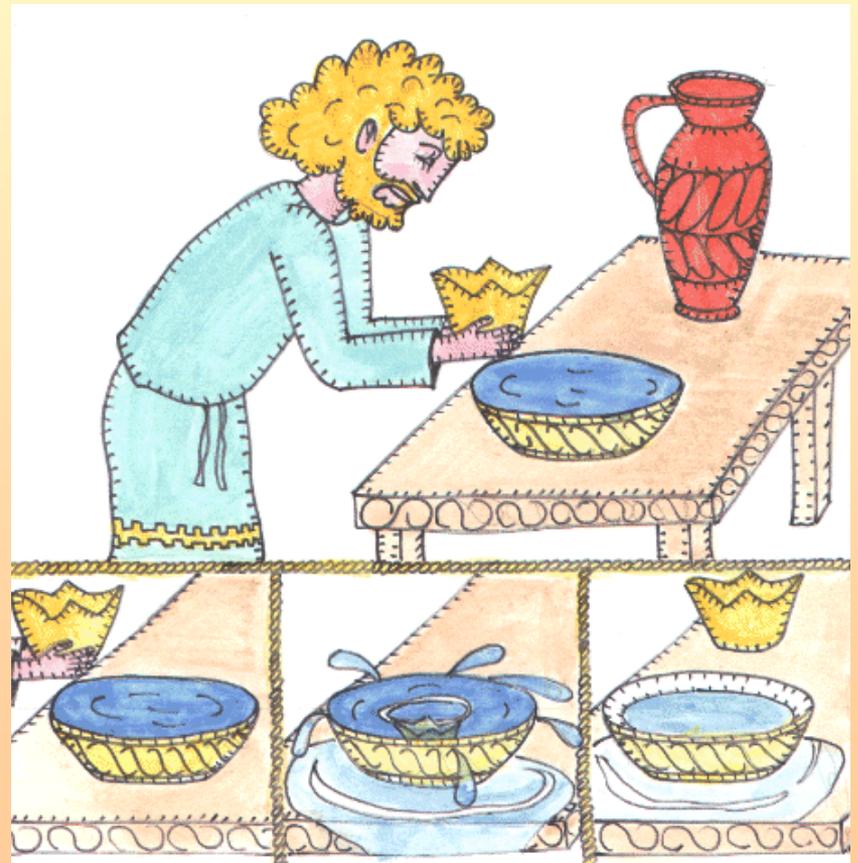


# Arquimedes e a coroa do rei (9)

A coroa derramou mais  
água do que um peso  
igual de ouro puro

Portanto, a coroa tinha  
uma densidade menor  
do que o ouro

Havia sido misturado  
outro metal (prata) ao  
ouro



# Arquimedes e a coroa do rei (10)

Essa versão da história tem **vários**  
**problemas:**

Seria possível  
medir precisamente  
o volume da coroa  
pelo volume de  
água derramada?



# Arquimedes e a coroa do rei (11)

O método atribuído a Arquimedes **não dá certo**, por causa da **tensão superficial** da água



- Um recipiente cheio até a borda pode não derramar água quando se coloca um objeto nele
- Quando a água derrama, a quantidade derramada é muito irregular.



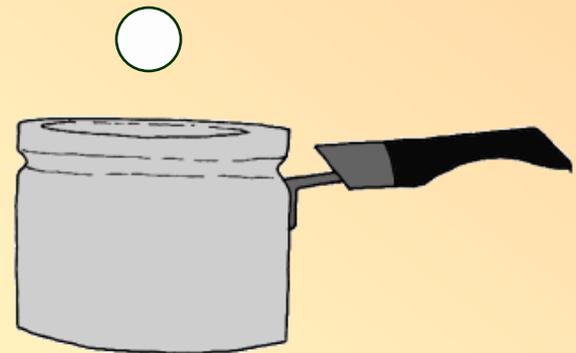
**O MÉTODO É FISICAMENTE  
INVIÁVEL**

# Arquimedes e a coroa do rei (12)

## Tensão superficial

### *experimento:*

- Tome uma panela cheia de água até a borda
- Coloque moedas na panela, com cuidado
- Podem ser colocadas muitas moedas sem que a água derrame
- Quando a água derrama, isso ocorre de repente
- O volume de água derramado não é igual ao volume das moedas



# Arquimedes e a coroa do rei (13)

A versão popular dessa história transmite uma visão inadequada da ciência:

- Os cientistas são pessoas malucas, que derramam água da banheira e saem correndo nus pela rua



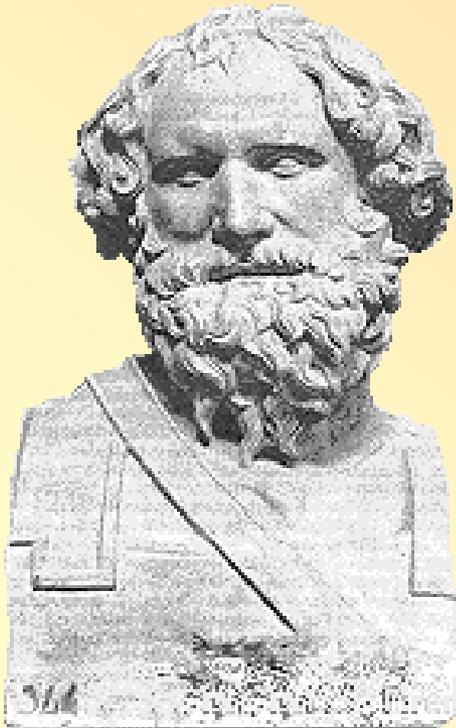
# Arquimedes e a coroa do rei (14)



Outras mensagens inadequadas que essa versão transmite:

- A ciência progride por descobertas acidentais
- A ciência é feita através de uma série de “inspirações” ou “idéias brilhantes” que os grandes cientistas têm

# Arquimedes e a coroa do rei (15)



Será essa história verdadeira?

- É repetida por muitos livros
- É contada por muitos professores
- Foi relatada por Vitruvius, no século I depois de Cristo

No entanto, essa versão é falsa

# Arquimedes e a coroa do rei (16)

O que Arquimedes realmente descobriu?

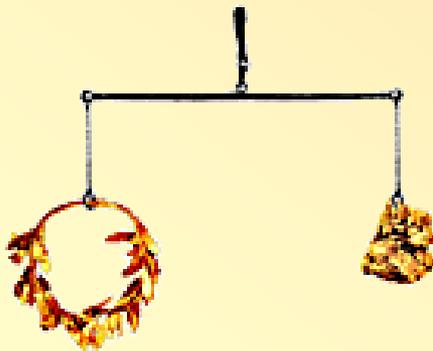
- Ele notou que **ficava “mais leve”** dentro da água
- Estudou esse efeito e mostrou que o empuxo era igual ao peso da água deslocada
- Medindo o empuxo é possível determinar o volume do objeto com grande precisão



# Arquimedes e a coroa do rei (17)

Utilizando uma balança simples, pode-se equilibrar a coroa com um peso igual de ouro

Quando a coroa e o ouro são colocados dentro da água, a balança se desequilibra, mostrando que a coroa é menos densa do que o ouro puro



# Arquimedes e a coroa do rei (18)



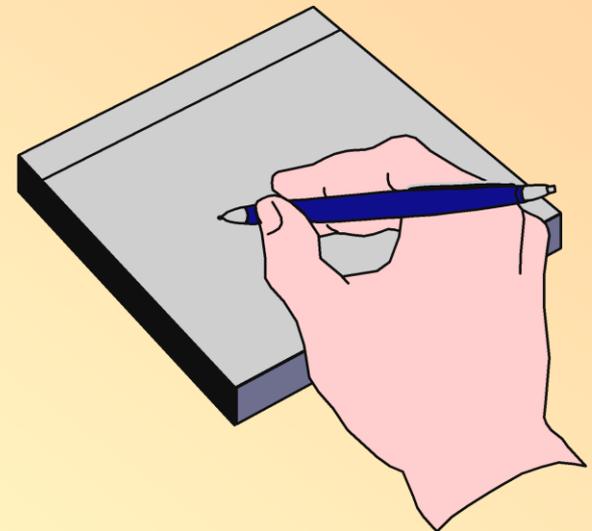
A solução que Arquimedes encontrou não foi uma descoberta ao acaso e isolada, mas está relacionada com um conjunto de estudos desse pensador, a respeito de mecânica e hidrostática

O que tornou Arquimedes famoso e respeitado foi uma obra vasta, inteligente, cheia de demonstrações matemáticas e raciocínios cuidadosos

# Arquimedes e a coroa do rei (19)

Mais detalhes sobre essa história:

MARTINS, Roberto de Andrade. Arquimedes e a coroa do rei. *Caderno Catarinense de Ensino de Física* (a ser publicado)



# Cuidados importantes (1)



Nem tudo o que se encontra nos livros didáticos é autêntico



Muitas das histórias mais conhecidas e divulgadas são lendas sem fundamento



Quem não tem um conhecimento **profundo** arrisca-se a ensinar uma história da ciência falsa



## Cuidados importantes (2)



Quem quer ensinar história da ciência deve antes **aprender** história da ciência



Quem quer ensinar uma história da ciência **correta** deve se basear em **bons** estudos históricos

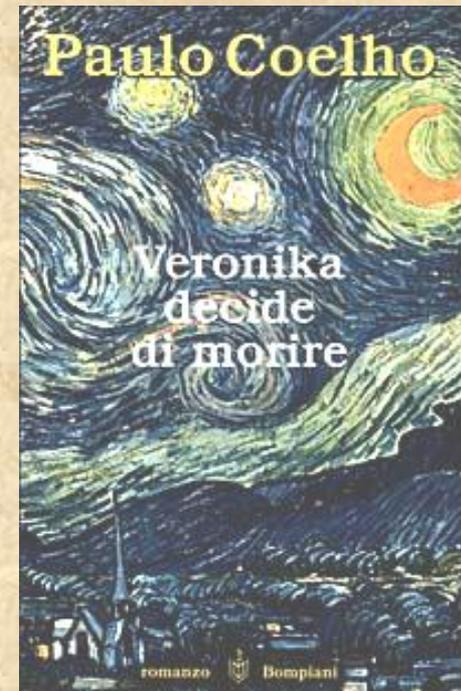
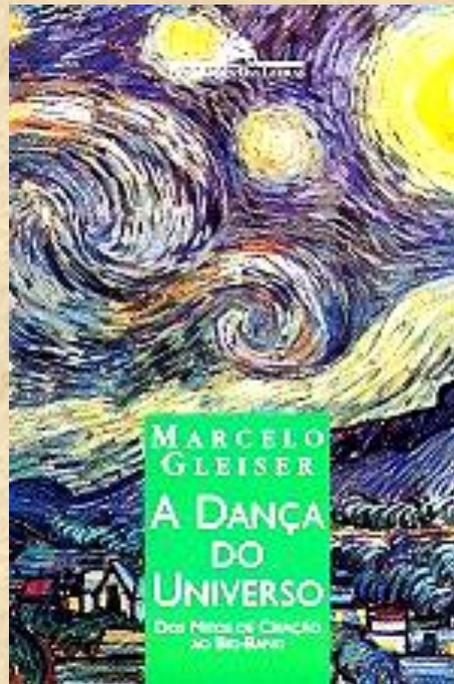
Um bom livro histórico é

- profundo, detalhado
- fiel à realidade histórica
- bem fundamentado



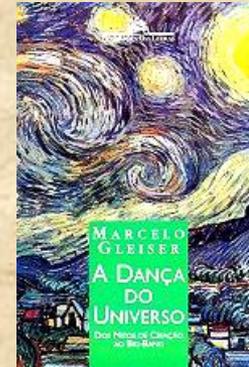
# Como escolher um livro? (1)

Nem sempre os livros mais populares são de boa qualidade



# Como escolher um livro? (2)

Análise crítica sobre  
“*A dança do universo*”  
disponível na Internet:



<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/ram-r66.htm>

MARTINS, Roberto de Andrade. Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica. *Caderno Catarinense de Ensino de Física* 15 (3): 243-300, 1998.



## Como escolher um livro? (3)

Um bom historiador da ciência dedica **anos** de pesquisa a um assunto, estudando **centenas** de artigos e livros de dois tipos:

- **fontes secundárias:** o que outros historiadores já escreveram sobre o assunto
- **fontes primárias:** as obras originais dos cientistas

# Como escolher um livro? (4)

Pela análise do currículo do autor e da bibliografia utilizada no livro é geralmente possível avaliar-se o seu trabalho

- historiador da ciência com grande experiência de pesquisa
- vasta bibliografia, com obras primárias e secundárias



# Para que serve a HC ?

Será a História da Ciência aplicada ao ensino apenas um modismo?

Qual o papel da História da Ciência na educação?



# Papel da HC no ensino (1)

- Mostrar, através de episódios históricos, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, o que propicia uma melhor formação do educando como cidadão



## Papel da HC no ensino (2)

- Mostrar, através de episódios históricos, o processo social gradativo de construção do conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da natureza da ciência, seu método e suas limitações



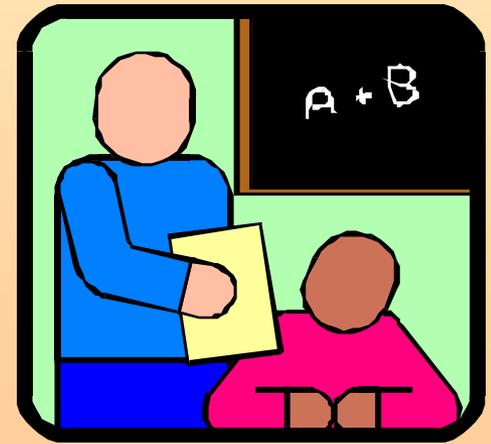
# Papel da HC no ensino (3)

- Isso contribui para a formação de um espírito crítico e desmitificação do conhecimento científico, sem no entanto negar seu valor



# Papel da HC no ensino (4)

- Mostrar, através de episódios históricos,
  - o processo lento de desenvolvimento de conceitos, até chegar às concepções atualmente aceitas,
  - o que propicia um melhor aprendizado do próprio conteúdo da ciência pelo educando



# Papel da HC no ensino (5)

Porém, esses usos da história da ciência exigem que se utilize uma História adequada e não Estórias imaginárias



# Histórias sem fundamento (1)

Muitas pessoas copiaram de outras a história de Arquimedes, sem pensar sobre ela e sem se preocupar com verificar as fontes históricas

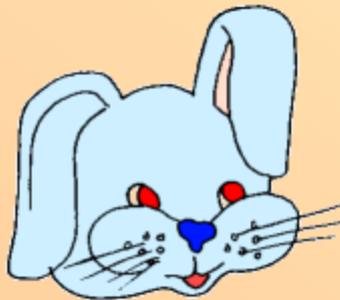
Quem não é um historiador profissional pode não perceber se está ouvindo (ou lendo) uma história correta ou falsa



# Histórias sem fundamento (2)

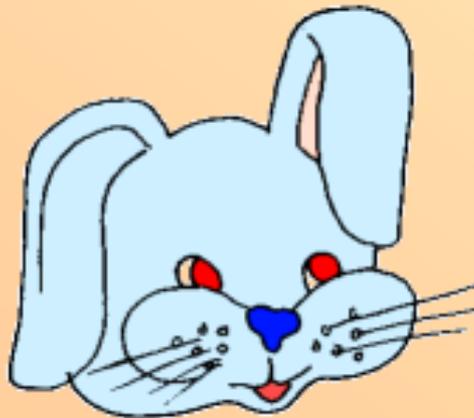
Compare as três figuras abaixo.

Qual delas é mais fiel à realidade?



# Histórias sem fundamento (3)

Este coelho é um desenho esquemático, provavelmente copiado de outro desenho semelhante e certamente não se baseou na observação de um coelho real



# Histórias sem fundamento (4)

O segundo coelho é uma representação um pouco mais próxima da realidade.

Foi baseado em uma fotografia ou um bom desenho feito a partir da observação.



# Histórias sem fundamento (5)

O terceiro coelho é um detalhe de um desenho de Albrecht Dürer, feito em 1502

Foi baseado em estudos sobre coelhos empalhados e vivos

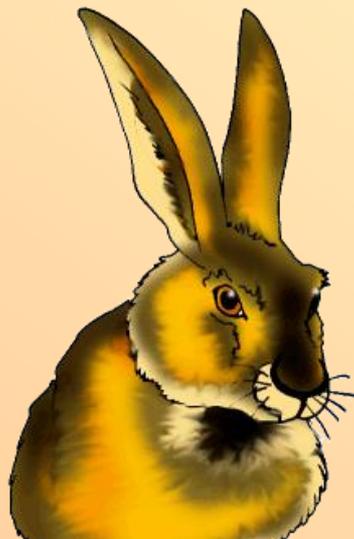
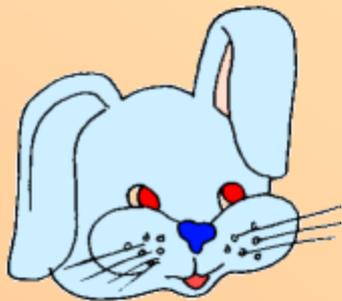
O artista transmite uma impressão de vida, nessa pintura



# Histórias sem fundamento (6)

A história da ciência contada por muitos livros e professores é análoga ao coelho da esquerda

Ela distorce a realidade



# Histórias sem fundamento (7)



Todos sabemos que o coelho de Dürer é mais fiel à natureza

Sabemos isso porque já vimos coelhos (ao vivo, ou em filmes)

Se nunca tivéssemos visto um coelho real, não saberíamos avaliar esses desenhos

# O quadro de Copérnico (1)

No Museu Nacional de Krakow (Polônia) há um quadro do pintor Jan Matejko (1838-1893) representando Copérnico observando as estrelas e elaborando seu sistema planetário



# O quadro de Copérnico (2)



# O quadro de Copérnico (3)

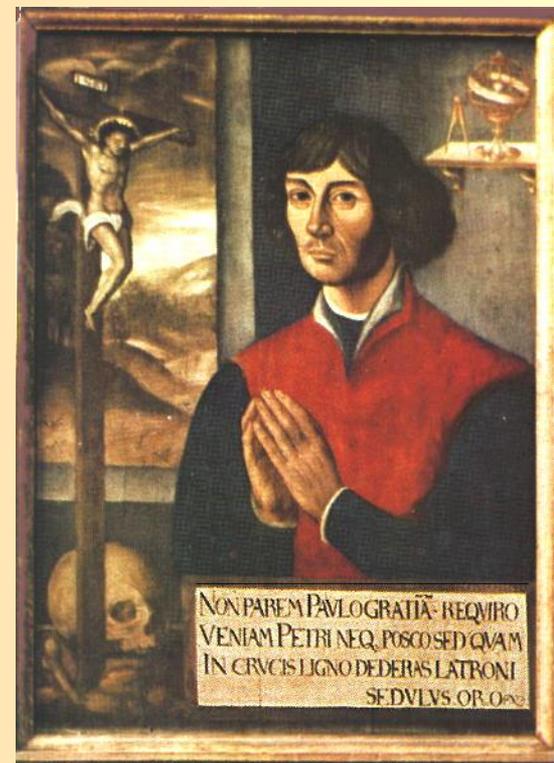
Podemos supor que este quadro é fiel à realidade?

O autor do quadro é polonês (como Copérnico) e deveria saber o que estava fazendo



# O quadro de Copérnico (4)

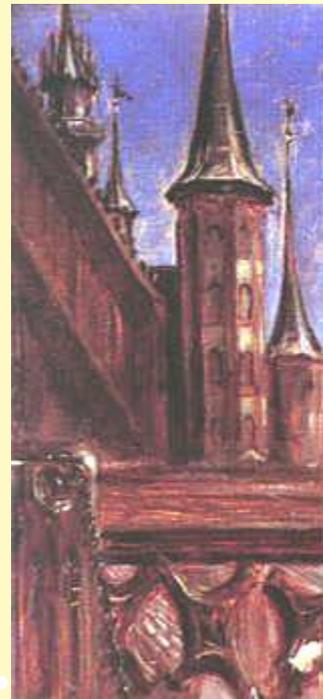
O rosto mostrado no quadro é semelhante ao rosto que aparece nas figuras mais antigas de Copérnico



# O quadro de Copérnico (5)



A arquitetura do prédio  
mostrado no quadro é  
semelhante à arquitetura  
de um dos prédios  
mais antigos da  
Universidade  
de Krakow  
(*Collegium Majus*),  
onde Copérnico  
estudou

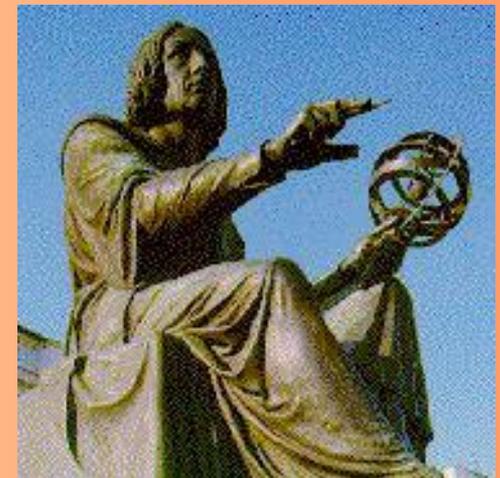


# O quadro de Copérnico (6)

Mas... embora o rosto de Copérnico no quadro seja igual ao de desenhos antigos, *não existem desenhos do rosto de Copérnico feitos durante sua vida.*



Os desenhos,  
pinturas e  
esculturas de  
Copérnico não  
se baseiam na  
realidade  
histórica



# O quadro de Copérnico (7)

Além disso, a luneta que está apoiada na perna de Copérnico só foi inventada **meio século** depois da morte de Copérnico



# O quadro de Copérnico (8)

Alguém deve ter avisado o pintor sobre esse “pequeno detalhe” do quadro.

O artista fez uma outra versão da obra, sem a luneta.



# O quadro de Copérnico (9)



# O quadro de Copérnico (10)

Mesmo deixando de lado os problemas da luneta e do rosto de Copérnico, este quadro transmite uma visão equivocada sobre Copérnico

Não foi fazendo observações astronômicas que Copérnico elaborou seu sistema heliocêntrico



# O quadro de Copérnico (11)

O pintor parece interpretar a ciência sob um ponto de vista empirista ingênuo, pensando que a partir de observações se pode chegar a uma teoria

Copérnico poderia ter passado a vida toda olhando para o céu sem conseguir propor nenhuma teoria nova



# O quadro de Copérnico (12)

O trabalho de Copérnico consistiu essencialmente em uma proposta teórica, baseada na reinterpretação

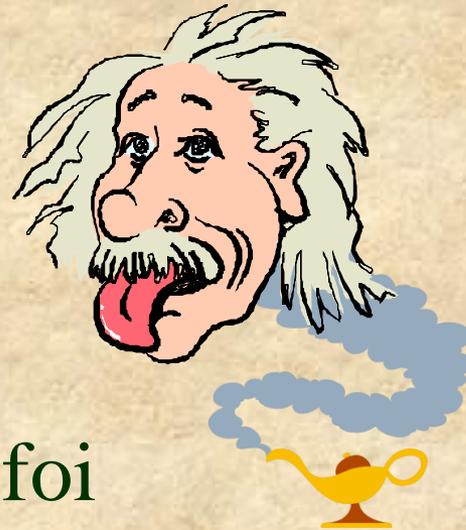
de dados astronômicos que já eram conhecidos



# Erros comuns (1)

## Visão ingênua sobre a ciência

- A ciência como "a verdade", "aquilo que foi provado" – algo imutável, eterno, descoberto por gênios que não podem errar



## Erros comuns (2)



É uma visão **falsa**, pois

- a ciência muda ao longo do tempo, às vezes de um modo radical,
- é construída por seres humanos falíveis e que, por seu esforço comum (social), tendem a aperfeiçoar esse conhecimento
- é um conhecimento provisório (o melhor disponível no momento)

# Erros comuns (3)

## Visão relativista ou anti-cientificista:

- todo conhecimento não passa de mera opinião,
- todas as idéias são equivalentes
- não há motivo algum para aceitar as concepções científicas



## Erros comuns (4)

É uma visão **falsa**, pois

- embora nada garanta que os cientistas tomem decisões acertadas, suas escolhas não são totalmente cegas
- há evidências a favor ou contra cada posição e é possível pesar cada lado e escolher um deles com base nos conhecimentos da época



# Erros comuns (5)

## Posições extremas sobre relação entre ciência e sociedade

- a ciência é algo totalmente "puro", independente do meio em que se desenvolve
- a ciência é um mero discurso ideológico da sociedade onde se desenvolveu, sem nenhum valor objetivo



# Erros comuns (6)

Causas das visões errôneas sobre a ciência:

- idéias preconcebidas,  
provenientes de:

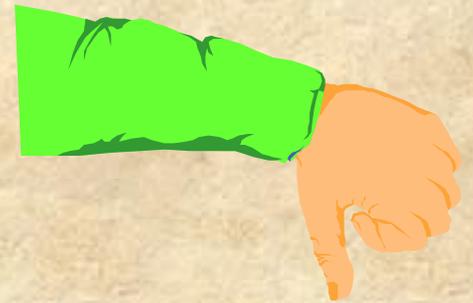
- divulgação
- ensino

- falta de estudo  
histórico **profundo**



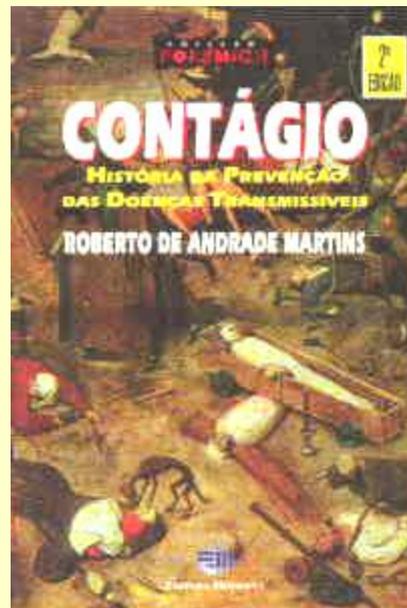
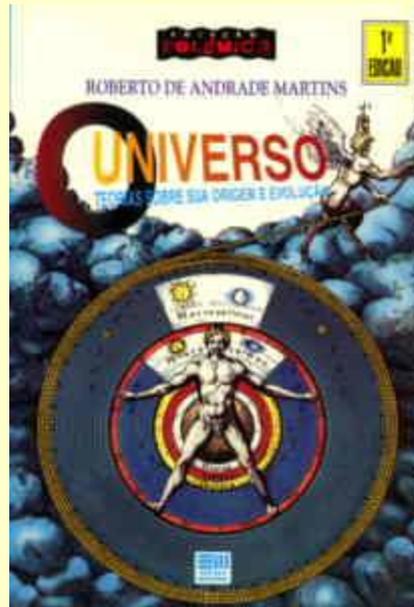
# Erros comuns (7)

- A história da ciência pode ajudar a transmitir uma visão mais adequada sobre a natureza da ciência
- A história da ciência pode ser **deformada** e passar uma visão errônea sobre a ciência



# Intervalo comercial

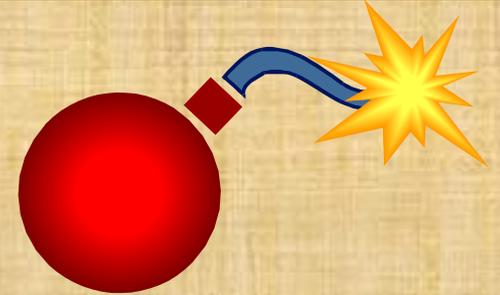
Dois livros que procuram passar uma visão equilibrada sobre a natureza da ciência



- O universo: teorias sobre sua origem e evolução
- Contágio: história da prevenção das doenças transmissíveis

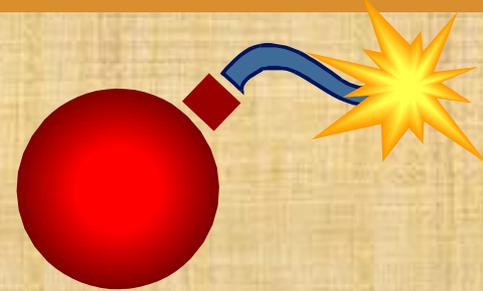
# Indícios negativos (1)

## **Redução da História da Ciência a nomes, datas e anedotas**



- A ciência é feita por “grandes personagens”
- A ciência é constituída a partir de "descobertas" dos cientistas
- Cada alteração da ciência ocorre em uma data determinada
- Cada fato pode ser estudado isoladamente

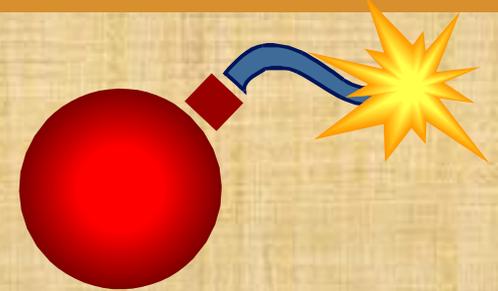
## Indícios negativos (2)



### Uso de argumentos de autoridade

- Afirmar que certo cientista “provou” algo
- Impor idéias afirmando que “já foi provado” (sem mais detalhes)
- Afirmar ou sugerir que as pessoas que se opuseram à ciência que aceitamos eram tolos ou irracionais

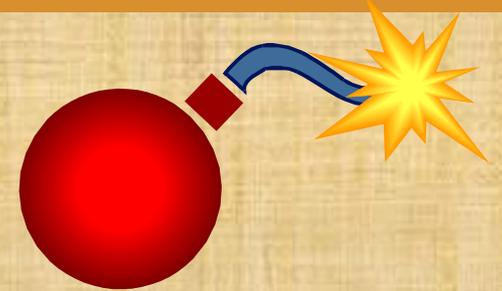
# Indícios negativos (3)



## Visão simplista da ciência

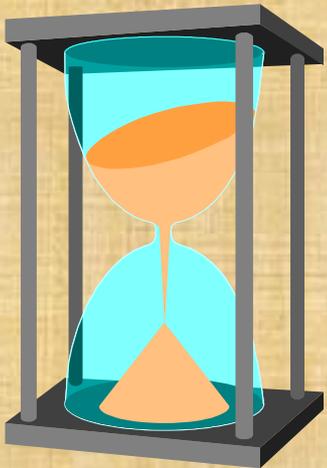
- Existem cientistas “bons”, que sempre estão corretos, e cientistas “maus”, que sempre erram
- Os cientistas “têm idéias”, “descobrem” e “provam” de forma simples e mágica

# Indícios negativos (4)



## Anacronismo

- Descrever as idéias antigas como se fossem iguais às atuais
- Descrever a história da ciência como uma seqüência de sucessos que levaram à ciência que aceitamos hoje



# Pseudo-história da ciência (1)

A história da ciência que aparece na maioria dos livros didáticos e que é ensinada pela maioria dos professores é **FALSA**



Ela transmite uma visão deformada (simplificada, estereotipada, errônea) sobre a natureza da ciência

- 
- 
- 

## Pseudo-história da ciência (2)

As pessoas que tentam escrever ou falar sobre história da ciência sem ter um conhecimento de primeira mão sobre história da ciência são como pessoas que quisessem falar ou escrever sobre camundongos conhecendo apenas o Mickey Mouse



•  
•  
•

## Pseudo-história da ciência (3)



É preferível não  
tentar utilizar  
história da ciência  
no ensino do que  
utilizar uma  
história da ciência  
falsificada

# Exemplo: Galileu (1)



“Em 1609 Galileu Galilei construiu o primeiro telescópio e, através de observações da Lua e dos satélites de Júpiter, provou que o sistema astronômico de Ptolomeu estava errado”

## Exemplo: Galileu (2)

“Em 1609 Galileu Galilei  
construiu o primeiro  
telescópio”

Errado. O primeiro  
telescópio não foi  
construído por Galileu



## Exemplo: Galileu (3)

“... através de observações da Lua e dos satélites de Júpiter, provou que o sistema astronômico de Ptolomeu estava errado”

Errado. As observações de Galileu não provam isso



# Exemplo: Galileu (4)

Em 1609 Galileu Galilei construiu um telescópio, baseando-se em informações sobre telescópios já construídos na Holanda.

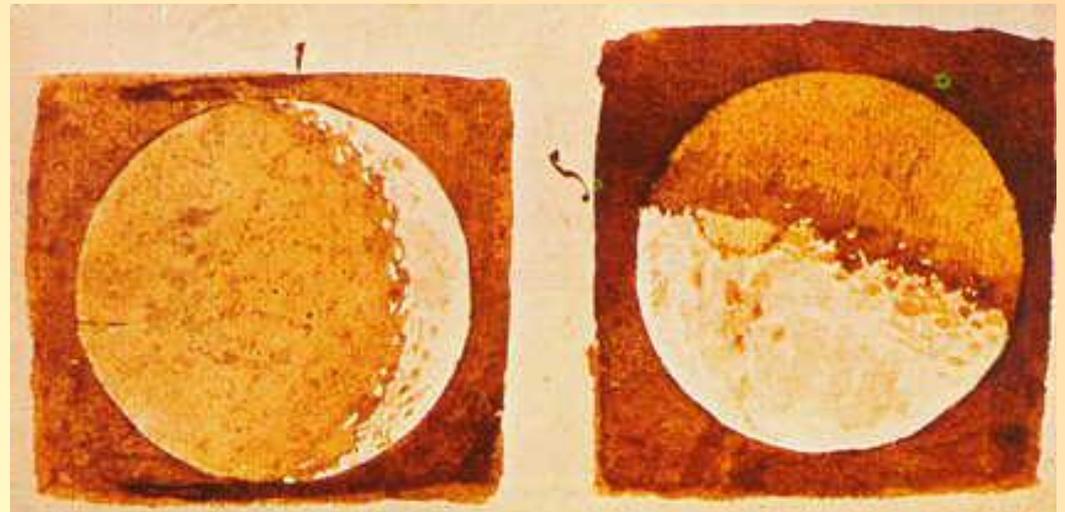
OK



# Exemplo: Galileu (5)

Galileu utilizou um telescópio para fazer observações da Lua e dos satélites de Júpiter. Thomas Harriot fez um mapa da Lua dois meses antes do que Galileu.

OK



# Exemplo: Galileu (6)

Galileu utilizou os resultados de suas observações para criticar o sistema astronômico de Ptolomeu

OK



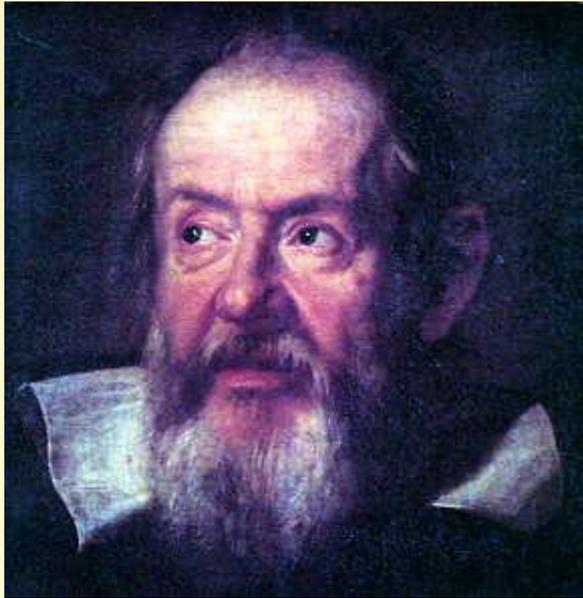
# Exemplo: Galileu (7)



Galileu utilizou os resultados de suas observações para defender o sistema astronômico de Copérnico

OK

# Exemplo: Galileu (8)



Muito antes de fazer essas observações ou de obter qualquer resultado científico novo, Galileu estava convencido de que o sistema de Copérnico era verdadeiro

OK

# Exemplo: Galileu (9)



A adesão inicial de Galileu à teoria de Copérnico foi causada em grande parte por sua personalidade contestadora, e não por argumentos científicos.

OK

# Exemplo: Galileu (10)

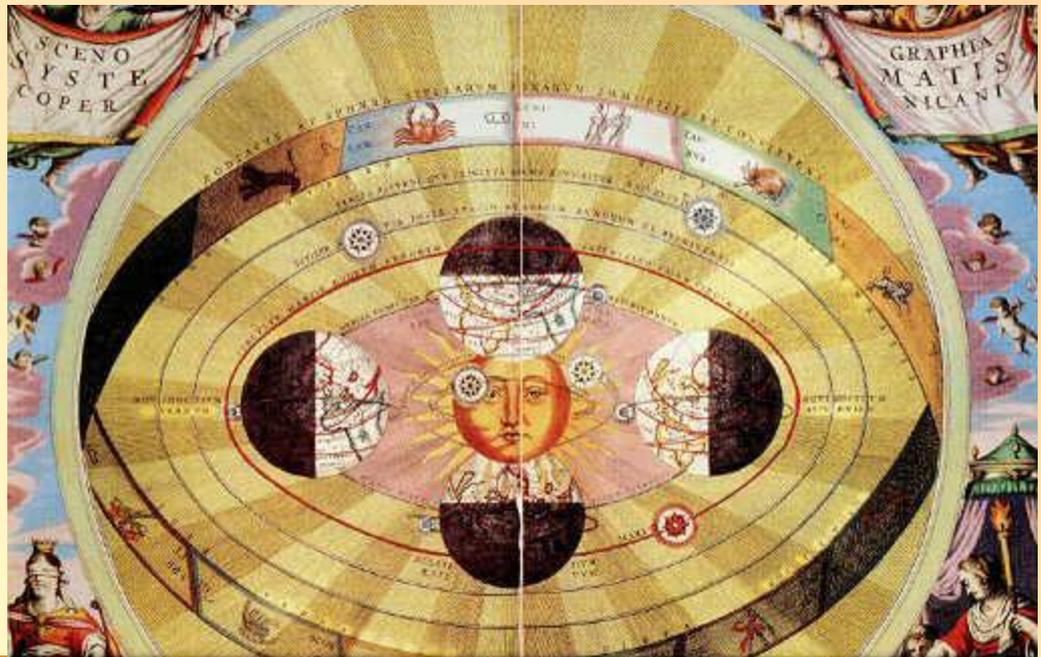
Alguns dos argumentos que Galileu apresentou em suas obras a favor da teoria de Copérnico eram bons; alguns eram muito fracos; outros estavam errados, como foi mostrado na época

OK



# Exemplo: Galileu (11)

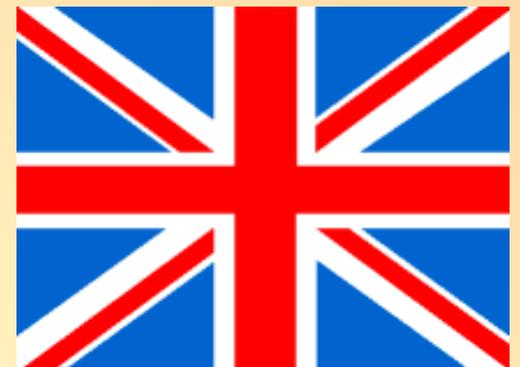
- Galileu não provou que a Terra gira em torno do Sol
- Não é possível provar isso por observações com telescópio
- A argumentação para mostrar que a Terra gira em torno do Sol é muito mais complicada



# Diretrizes adotadas na Inglaterra

- Objetivos da História da Ciência, de acordo com as diretrizes adotadas na Inglaterra

PUMFREY, Stephen. History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and aims. *British Journal for the History of Science*, **24**: 61-78, 1991





# Diretrizes adotadas na Inglaterra

1. A observação inicial não é possível sem idéias pré-existentes.
2. A natureza não apresenta evidências suficientes para que seja interpretada sem ambigüidades.
3. As teorias científicas não são induções, mas hipóteses imaginadas pelos cientistas e necessariamente vão além das observações.



# Diretrizes adotadas na Inglaterra

4. As teorias científicas não podem ser provadas.
5. O conhecimento científico não é estático e convergente, mas mutável e aberto.
6. O treino é uma componente essencial para se compreender a ciência.



# Diretrizes adotadas na Inglaterra

7. O raciocínio científico é influenciado por fatores sociais, morais, espirituais e culturais.
8. Os cientistas não elaboram deduções incontestáveis, mas fazem julgamentos complexos.
9. Desacordo é sempre possível.

# O que pode ser feito? (1)

Há grandes dificuldades para se utilizar adequadamente a história da ciência na educação



- Os professores precisam aprender história e filosofia da ciência
- Precisam utilizar obras bem escritas sobre história da ciência

## O que pode ser feito? (2)

O uso de uma história da ciência falsificada só pode prejudicar o ensino



No entanto, o ensino fiel da história da ciência exige um tempo maior, para ser possível explicar e discutir detalhadamente um tema.



# O que pode ser feito? (3)

Sugestões:

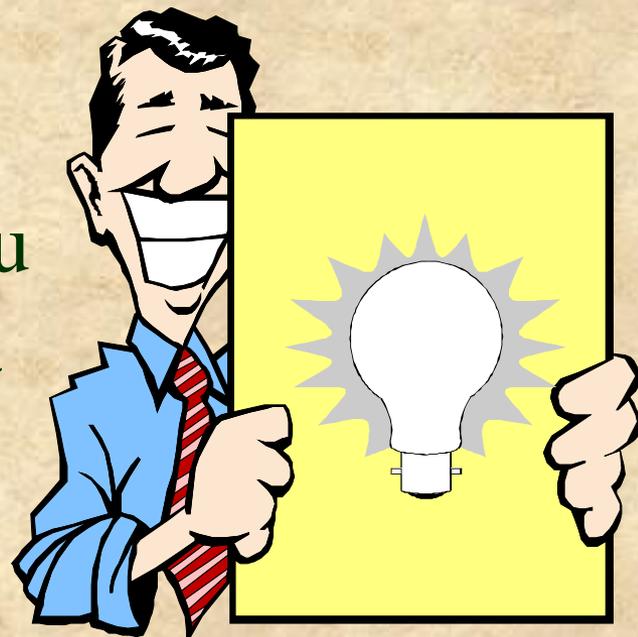
- não tentar “improvisar”
- utilizar material desenvolvido por historiadores da ciência



# O que pode ser feito? (4)

É preferível fazer pouco, bem feito, do que fazer muito, mal feito

- Sugestão: discutir, detalhadamente, apenas um ou dois temas históricos em cada curso ministrado

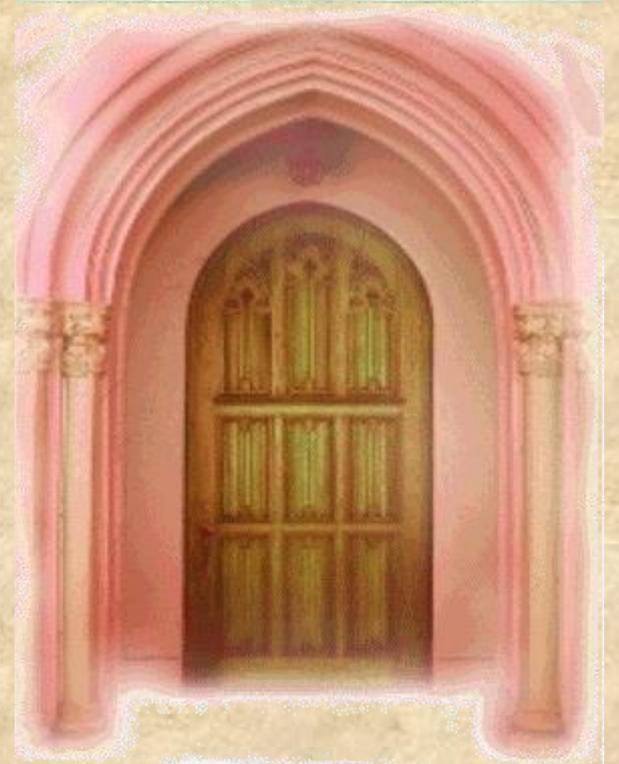


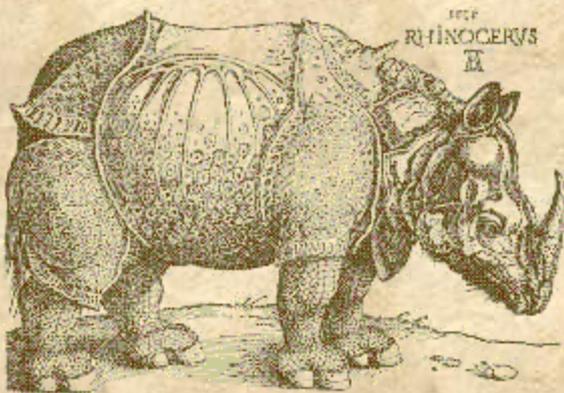
# O que pode ser feito? (5)

Tomando-se os cuidados necessários, a história da ciência pode aperfeiçoar o ensino, e transmitir uma boa visão sobre a natureza da própria ciência.



F I M





**Esta apresentação  
*PowerPoint* estará  
disponível na Internet,  
para os interessados, no  
seguinte endereço:**

**<http://ghtc.ifi.unicamp.br/enshc.htm>**