

# Tópicos da História da Física Clássica

## O Método Científico

Victor O. Rivelles

Instituto de Física da Universidade de São Paulo  
Edifício Principal, Ala Central, sala 354  
e-mail: [rivelles@fma.if.usp.br](mailto:rivelles@fma.if.usp.br)  
<http://www.fma.if.usp.br/~rivelles>

# Método Científico

## Visão Geral

- O **método científico** é um conjunto de regras básicas para desenvolver uma experiência a fim de produzir conhecimento, bem como corrigir e integrar conhecimentos pré-existentes. É baseado na junção de evidências observáveis, empíricas, e mensuráveis, com o uso do raciocínio lógico.

# Método Científico

## Visão Geral

- O **método científico** é um conjunto de regras básicas para desenvolver uma experiência a fim de produzir conhecimento, bem como corrigir e integrar conhecimentos pré-existentes. É baseado na junção de evidências observáveis, empíricas, e mensuráveis, com o uso do raciocínio lógico.
- Primeiramente propõem-se **hipóteses** para explicar certos fenômenos. As hipóteses são usadas para **prever** novos fenômenos. Então desenvolvem-se **experimentos** que testam essas previsões.

# Método Científico

## Visão Geral

- O **método científico** é um conjunto de regras básicas para desenvolver uma experiência a fim de produzir conhecimento, bem como corrigir e integrar conhecimentos pré-existentes. É baseado na junção de evidências observáveis, empíricas, e mensuráveis, com o uso do raciocínio lógico.
- Primeiramente propõem-se **hipóteses** para explicar certos fenômenos. As hipóteses são usadas para **prever** novos fenômenos. Então desenvolvem-se **experimentos** que testam essas previsões.
- Então **teorias** são formadas juntando-se hipóteses de uma certa área, em uma estrutura coerente de conhecimento. Isto ajuda na formulação de **novas hipóteses**, bem como coloca as hipóteses em um conjunto de conhecimento maior.

# Método Científico

## Visão Geral

- O processo precisa ser **objetivo**, para que o cientista seja imparcial na interpretação dos resultados.

# Método Científico

## Visão Geral

- O processo precisa ser **objetivo**, para que o cientista seja imparcial na interpretação dos resultados.
- O procedimento precisa ser **documentado**, tanto os dados quanto os procedimentos, para que outros cientistas possam analisar e **reproduzir** o procedimento. Isso também permite que se utilize métodos **estatísticos** para que se possa verificar a confiabilidade dos resultados.

# Elementos do Método Científico

- **Observação** - É necessário delimitar claramente o fenômeno a ser observado.

# Elementos do Método Científico

- **Observação** - É necessário delimitar claramente o fenômeno a ser observado.
- **Descrição** - O experimento precisa ser **replicável** (capaz de ser reproduzido).



# Elementos do Método Científico

- **Observação** - É necessário delimitar claramente o fenômeno a ser observado.
- **Descrição** - O experimento precisa ser **replicável** (capaz de ser reproduzido).
- **Previsão** - O fenômeno precisa ser **válido** para observações feitas no passado, no presente e no futuro.

# Elementos do Método Científico

- **Observação** - É necessário delimitar claramente o fenômeno a ser observado.
- **Descrição** - O experimento precisa ser **replicável** (capaz de ser reproduzido).
- **Previsão** - O fenômeno precisa ser **válido** para observações feitas no passado, no presente e no futuro.
- **Controle** - Para maior segurança nas conclusões, toda experiência deve ser **controlada**. Experiência controlada é aquela que é realizada com técnicas que permitem descartar as variáveis passíveis de mascarar o resultado.

# Elementos do Método Científico

- **Observação** - É necessário delimitar claramente o fenômeno a ser observado.
- **Descrição** - O experimento precisa ser **replicável** (capaz de ser reproduzido).
- **Previsão** - O fenômeno precisa ser **válido** para observações feitas no passado, no presente e no futuro.
- **Controle** - Para maior segurança nas conclusões, toda experiência deve ser **controlada**. Experiência controlada é aquela que é realizada com técnicas que permitem descartar as variáveis passíveis de mascarar o resultado.
- **Falseabilidade I** - Toda experiência tem que ser **repetida** por outros pesquisadores, a fim de ser confirmada ou desmentida.

# Elementos do Método Científico

- **Observação** - É necessário delimitar claramente o fenômeno a ser observado.
- **Descrição** - O experimento precisa ser **replicável**(capaz de ser reproduzido).
- **Previsão** - O fenômeno precisa ser **válido** para observações feitas no passado, no presente e no futuro.
- **Controle** - Para maior segurança nas conclusões, toda experiência deve ser **controlada**. Experiência controlada é aquela que é realizada com técnicas que permitem descartar as variáveis passíveis de mascarar o resultado.
- **Falseabilidade I** - Toda experiência tem que ser **repetida** por outros pesquisadores, a fim de ser confirmada ou desmentida.
- **Falseabilidade II** - Mesmo que haja um consenso sobre uma hipótese ou teoria, é necessário que se mantenha a possibilidade de se refutá-la. Está fortemente associada ao fato que **uma teoria nunca é definitiva**. É um dos elementos mais importantes do método científico.

# Elementos do Método Científico

- **Explicação das Causas** - Na maioria das áreas da Ciência é necessário que haja **causalidade**. Nessas condições os seguintes requisitos são vistos como importantes na compreensão científica:

# Elementos do Método Científico

- **Explicação das Causas** - Na maioria das áreas da Ciência é necessário que haja **causalidade**. Nessas condições os seguintes requisitos são vistos como importantes na compreensão científica:
  - **Identificação das Causas**
  - **Correlação dos eventos** - As causas precisam se **correlacionar** com as observações.
  - **Ordem dos eventos** - As causas precisam **preceder** no tempo os efeitos observados.

# Elementos do Método Científico

## Resumo

- **Elementos do Método Científico**
  - **Caracterização** - Quantificações, observações e medidas.
  - **Hipóteses** - Explicações hipotéticas das observações e medidas.
  - **Previsões** - Deduções lógicas das hipóteses.
  - **Experimentos** - Testes dos três elementos acima.

# Elementos do Método Científico

## Resumo

- **Elementos do Método Científico**
  - **Caracterização** - Quantificações, observações e medidas.
  - **Hipóteses** - Explicações hipotéticas das observações e medidas.
  - **Previsões** - Deduções lógicas das hipóteses.
  - **Experimentos** - Testes dos três elementos acima.
- O método científico **não é uma receita**; ele requer inteligência, imaginação e criatividade.



# Elementos do Método Científico

## Resumo

- **Elementos do Método Científico**
  - **Caracterização** - Quantificações, observações e medidas.
  - **Hipóteses** - Explicações hipotéticas das observações e medidas.
  - **Previsões** - Deduções lógicas das hipóteses.
  - **Experimentos** - Testes dos três elementos acima.
- O método científico **não é uma receita**; ele requer inteligência, imaginação e criatividade.
- Opera em ciclos progressivos, desenvolvendo constantemente modelos e métodos mais úteis, acurados e compreensivos.

# Elementos dos Método Científico

## Resumo

### ■ Elementos do Método Científico

- **Caracterização** - Quantificações, observações e medidas.
  - **Hipóteses** - Explicações hipotéticas das observações e medidas.
  - **Previsões** - Deduções lógicas das hipóteses.
  - **Experimentos** - Testes dos três elementos acima.
- O método científico **não é uma receita**; ele requer inteligência, imaginação e criatividade.
- Opera em ciclos progressivos, desenvolvendo constantemente modelos e métodos mais úteis, acurados e compreensivos.
- A relatividade e a mecânica quântica **não refutam** a mecânica Newtoniana.

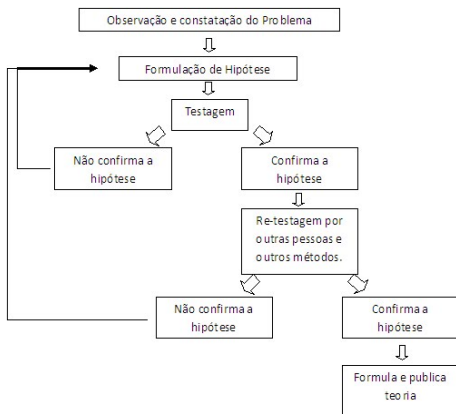
# Linhas Mestras

Forma operacional

- Definir o problema.
- Coleta de dados
- Proposta de uma hipótese
- Realização de uma experiência controlada, para testar a validade da hipótese
- Análise dos resultados
- Interpretar os dados e tirar conclusões, o que serve para a formulação de novas hipóteses
- Publicação dos resultados

# Linhas Mestras

## Forma Operacional



# Linhas Mestras

Forma Operacional



# Precessão de Mercúrio

- Dados coletados por **milhares** de anos por astrônomos indianos, persas, gregos, árabes e europeus.
- As leis de Newton **não** explicam a precessão do periélio de Mercúrio!
- Há uma diferença de 43 segundos de arco por século!
- Várias hipóteses foram levantadas.
- Einstein usou a precessão de Mercúrio como um teste da recém formulada **teoria da relatividade geral**.



# O Dragão na Minha Garagem

O Dragão na Minha Garagem, C. Sagan

<http://www.youtube.com/watch?v=107NOt8aHTY>

- H. Benson, **Study of the Therapeutic Effects of Intercessory Prayer in Cardiac Bypass Patients**, *Am. Heart J.*, 151, 762 (2006):  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16569567>
- Reportagem no New York Times



# Homeopatia

- Samuel Hahnemann em 1796: **lei dos similares** (não é uma lei da natureza!).
- Muitos dos ingredientes são venenosos.
- **Potenciação**: diluições sucessivas nas quais o frasco é batido numa superfície dura.
- Além dos sintomas são analisados as condições físicas e psicológicas do paciente.

# Homeopatia

- Samuel Hahnemann em 1796: **lei dos similares** (não é uma lei da natureza!).
- Muitos dos ingredientes são venenosos.
- **Potenciação**: diluições sucessivas nas quais o frasco é batido numa superfície dura.
- Além dos sintomas são analisados as condições físicas e psicológicas do paciente.
- Diluição de 1C: 1 parte da substância pura é diluída em 99 partes de uma solução hidroalcoólica:  $10^{-2}$
- Diluição de 2C: da solução resultante 1 parte é diluída em 99 partes da solução hidroalcoólica:  $10^{-4}$
- Quanto maior a diluição maior será a potência de cura!
- Na maioria dos casos a diluição é de 30C:  $10^{-60}$ .
- Algumas diluições chegam a 200C:  $10^{-400}$

# Homeopatia

- Samuel Hahnemann em 1796: **lei dos similares** (não é uma lei da natureza!).
- Muitos dos ingredientes são venenosos.
- **Potenciação**: diluições sucessivas nas quais o frasco é batido numa superfície dura.
- Além dos sintomas são analisados as condições físicas e psicológicas do paciente.
- Diluição de 1C: 1 parte da substância pura é diluída em 99 partes de uma solução hidroalcoólica:  $10^{-2}$
- Diluição de 2C: da solução resultante 1 parte é diluída em 99 partes da solução hidroalcoólica:  $10^{-4}$
- Quanto maior a diluição maior será a potência de cura!
- Na maioria dos casos a diluição é de 30C:  $10^{-60}$ .
- Algumas diluições chegam a 200C:  $10^{-400}$
- Se iniciamos com uma **solução de 1 mol** da substância pura com  $6 \times 10^{23}$  moléculas, na **diluição de 12C** teremos  $6 \times 10^{23} \times 10^{-24} = 0,6$  moléculas!

# Homeopatia

- A homeopatia funciona através do efeito placebo.

# Homeopatia

- A homeopatia funciona através do efeito placebo.
- T.E. Whitmarsh, D.M. Coleston-Shields and T.J. Sneider, The J Alt and Comp Med 1997, 3(4):307-10, **Double-blind randomized placebo-controlled study of homoeopathic prophylaxis of migraine**

# Homeopatia

- **Jacques Benveniste**, 1987: Estudava certos basófilos (células brancas do sangue) que reagem com certas substancias mesmo em soluções com **diluição homeopática**.
- **Memória da água** devidos a efeitos quânticos!
- Trabalho submetido a revista **Nature**.

# Homeopatia

- **Jacques Benveniste**, 1987: Estudava certos basófilos (células brancas do sangue) que reagem com certas substancias mesmo em soluções com **diluição homeopática**.
- **Memória da água** devidos a efeitos quânticos!
- Trabalho submetido a revista **Nature**.
- Os editores pediram que o trabalho fosse **replicado** em quatro outros laboratórios.
- Após a replicação o trabalho foi **publicado!**

# Homeopatia

- **Jacques Benveniste**, 1987: Estudava certos basófilos (células brancas do sangue) que reagem com certas substancias mesmo em soluções com **diluição homeopática**.
- **Memória da água** devidos a efeitos quânticos!
- Trabalho submetido a revista **Nature**.
- Os editores pediram que o trabalho fosse **replicado** em quatro outros laboratórios.
- Após a replicação o trabalho foi **publicado!**
- Os editores ainda não estavam satisfeitos: montaram uma comissão para avaliar a acuracidade dos experimentos. Entre os membros da comissão estava um mágico: **James Randi**. Uma equipe da TV inglesa BBC acompanhou os trabalhos:

<http://www.bbc.co.uk/science/horizon/2002/homeopathy.shtml>



# Homeopatia

- **Jacques Benveniste**, 1987: Estudava certos basófilos (células brancas do sangue) que reagem com certas substancias mesmo em soluções com **diluição homeopática**.
- **Memória da água** devidos a efeitos quânticos!
- Trabalho submetido a revista **Nature**.
- Os editores pediram que o trabalho fosse **replicado** em quatro outros laboratórios.
- Após a replicação o trabalho foi **publicado!**
- Os editores ainda não estavam satisfeitos: montaram uma comissão para avaliar a acuracidade dos experimentos. Entre os membros da comissão estava um mágico: **James Randi**. Uma equipe da TV inglesa BBC acompanhou os trabalhos:  
<http://www.bbc.co.uk/science/horizon/2002/homeopathy.shtml>
- Os experimentos foram repetidos **sem que os pesquisadores soubessem se estavam lidando com a solução diluída ou com água pura**.
- O resultado foi **negativo: não existe memória da água!**

# Energia Psíquica

- L. Rosa, E. Rosa, L. Sarner, S. Barrett, **A Close Look at Therapeutic Touch**, Journal of the American Medical Association, April 1, 1998; 279(13):1005-1010: <http://jama.ama-assn.org/content/279/13/1005.abstract>

# Energia Psíquica

- L. Rosa, E. Rosa, L. Sarner, S. Barrett, **A Close Look at Therapeutic Touch**, Journal of the American Medical Association, April 1, 1998; 279(13):1005-1010: <http://jama.ama-assn.org/content/279/13/1005.abstract>
- **Emily Rosa**, 1996: com 9 anos de idade assistiu um vídeo sobre imposição de mãos para cura de doentes feito por enfermeiras sensitivas.
- Propôs, como um **trabalho de ciências do 4o. ano**, verificar a veracidade do fenômeno.

# Energia Psíquica

- L. Rosa, E. Rosa, L. Sarner, S. Barrett, **A Close Look at Therapeutic Touch**, Journal of the American Medical Association, April 1, 1998; 279(13):1005-1010: <http://jama.ama-assn.org/content/279/13/1005.abstract>
- **Emily Rosa**, 1996: com 9 anos de idade assistiu um vídeo sobre imposição de mãos para cura de doentes feito por enfermeiras sensitivas.
- Propôs, como um **trabalho de ciências do 4o. ano**, verificar a veracidade do fenômeno.
- **Simplicidade**: verificar se as enfermeiras sensitivas poderiam sentir a presença de outra pessoa.
- Cada enfermeira fez 10 tentativas.



# Energia Psíquica

- L. Rosa, E. Rosa, L. Sarner, S. Barrett, **A Close Look at Therapeutic Touch**, Journal of the American Medical Association, April 1, 1998; 279(13):1005-1010: <http://jama.ama-assn.org/content/279/13/1005.abstract>
- **Emily Rosa**, 1996: com 9 anos de idade assistiu um vídeo sobre imposição de mãos para cura de doentes feito por enfermeiras sensitivas.
- Propôs, como um **trabalho de ciências do 4o. ano**, verificar a veracidade do fenômeno.
- **Simplicidade**: verificar se as enfermeiras sensitivas poderiam sentir a presença de outra pessoa.
- Cada enfermeira fez 10 tentativas.
- Resultado: **4,4 de acerto!**
- E. Rosa é a pessoa mais jovem a ter um artigo publicado numa revista de medicina.
- Formou-se em psicologia em 2009.



# Burn Out

- Rudá Ricci, Educação Básica: qualidade ou burn out? Jornal da Ciência, 04/06/2009.
- <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detailhe.jsp?id=63883>

# Referências

- **Método Científico**, [http://www.projetoockham.org/ferramentas\\_metodo\\_1.html](http://www.projetoockham.org/ferramentas_metodo_1.html)
- **Introduction to the Scientific Method** [http://teacher.nsr1.rochester.edu/phy\\_labs/AppendixE/AppendixE.html](http://teacher.nsr1.rochester.edu/phy_labs/AppendixE/AppendixE.html)

# Referências

- **Método Científico**, [http://www.projetoockham.org/ferramentas\\_metodo\\_1.html](http://www.projetoockham.org/ferramentas_metodo_1.html)
- **Introduction to the Scientific Method** [http://teacher.nsr1.rochester.edu/phy\\_labs/AppendixE/AppendixE.html](http://teacher.nsr1.rochester.edu/phy_labs/AppendixE/AppendixE.html)
- C. Sagan, **O Mundo Assombrado Pelos Demônios - A Ciência Vista como uma Vela no Escuro**, (Cia das Letras, 1996)