

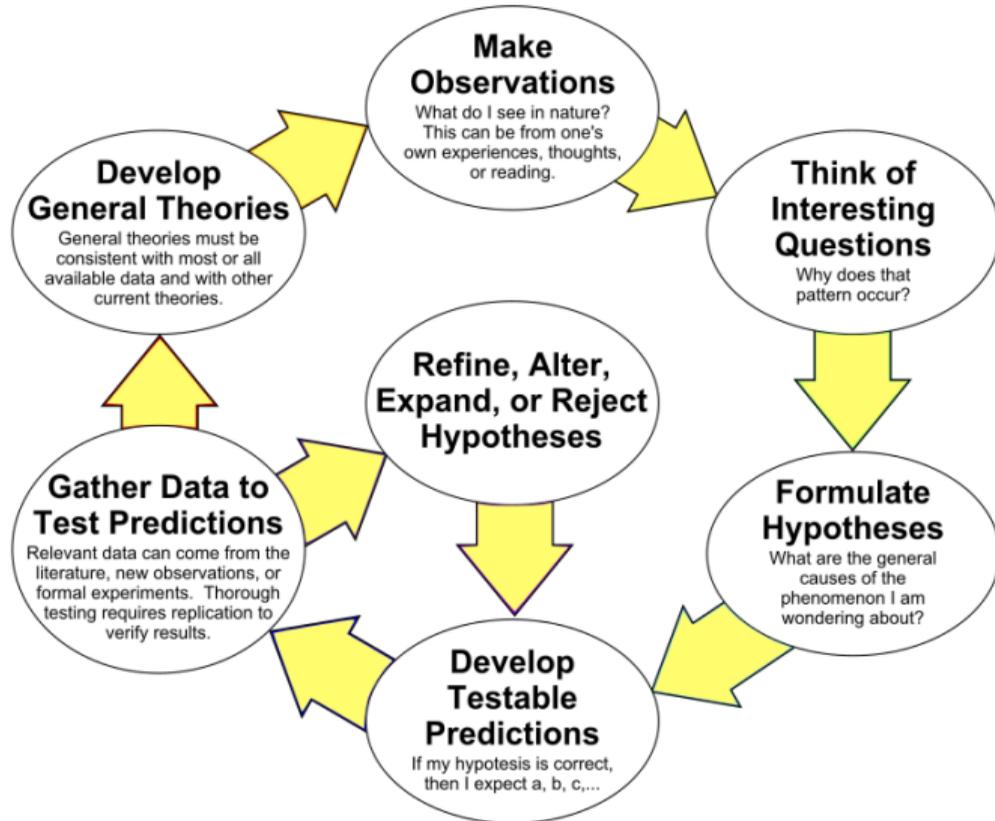
# Método Científico

Prof. Moacir Ponti  
[www.icmc.usp.br/~moacir](http://www.icmc.usp.br/~moacir)

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP

2023

# The Scientific Method as an Ongoing Process



# Sumário

Método científico

Indutivo vs. Dedutivo

Terminologia

Filósofos da Ciência

Ciência da Computação

## Indutivo

1. Observação
2. Padrão
3. Hipótese tentativa
4. Teoria

## Dedutivo

1. Teoria
2. Hipótese
3. Observação
4. Confirmação

## Indutivo

- ▶ Parte do específico para o geral,
- ▶ Generaliza conhecimento a partir de observações com uma certa probabilidade,
- ▶ Observar  $X$  seguido de  $Y$  é permitir dizer que  $X \rightarrow Y$  se torna mais “forte”.
- ▶ “Conectando os pontos observados até agora”

## Dedutivo

- ▶ Parte de uma premissa e traça hipótese,
- ▶ Busca por observações que a confirme ou não,
- ▶ Assumindo que a premissa é verdadeira a conclusão pode ou não ser válida.
- ▶ “Penso logo existo”.

## O que deve vir primeiro?

Seria melhor estabelecer primeiro uma **hipótese** ou primeiro **observar**?

- ▶ Apenas observar pode não ser suficiente: há muitas possibilidades possíveis!
  - ▶ David Hume: não importa o número de observações nunca chegaremos na essência, é possível que haja mudança.
  - ▶ Por outro lado, como estabelecer uma hipótese sem uma observação anterior do mundo?
- 
- ▶ Empírico-indutivo: probabilidade, generalização possível para além das premissas.
  - ▶ Hipotético-dedutivo: certeza com base nas premissas, confirma ou falsifica as hipóteses.

# Terminologia: evidência

## Evidência

- ▶ Bacon: acumular evidências permite criar leis (mas como elaborar as leis?),
- ▶ Evidência depende do que esperamos ser uma evidência (dependência teórica da observação),
- ▶ A evidência não define por si própria se está *a favor* ou *contra* uma ou outra hipótese.

# Terminologia: teoria

## Teoria

- ▶ Explicação de um ou mais fenômenos,
- ▶ Representação do mundo (modelo),
- ▶ Comprometimento com uma visão de mundo (paradigma),
- ▶ Uma hipótese bem confirmada.

# Terminologia: método

## Método

- ▶ A ciência tem **um** método,
- ▶ A ciência tem **muitos** métodos,
- ▶ Problemas com uso inadequado do método (estatística, projeto dos experimentos).

# Sumário

Método científico

Indutivo vs. Dedutivo

Terminologia

Filósofos da Ciência

Ciência da Computação

# Francis Bacon

- ▶ Novum Organum — 1620
- ▶ Empírico-indutivo como método científico (em contrapartida ao dedutivo)

## Ciência segundo Bacon

- ▶ Crítica ao método atual (desde Aristóteles),
- ▶ Indução permite ir além das premissas,
- ▶ Observações repetidas permite generalizar de instancias conhecidas para desconhecidas,
- ▶ Teoria dos ídolos (evitar inclusão de viés),
- ▶ Método: experiência, observação, regularidade, análise, generalização

# Francis Bacon e os Ídolos

## Tribo (erros humanos coletivos)

- ▶ antropomorfismo
- ▶ encontrar padrões incorretos
- ▶ superstições

## Caverna (erros individuais)

- ▶ preconceitos culturais/educacionais
- ▶ interesses pessoais
- ▶ limitações sensoriais

## Mercado (erros de comunicação)

- ▶ termos mal definidos ou ambíguos
- ▶ influência da linguagem

## Teatro (erros sistemas filosóficos)

- ▶ dogmatismo
- ▶ crenças e ideologias

# Karl Popper

- ▶ Influyente a partir da década de 1930,
- ▶ Rejeita a indução em favor da falsificação empírica: uma teoria nunca pode ser provada, mas falseada,
- ▶ Baseia as hipóteses em “expectativas” e a idéia de que a falsificação precisa de um único caso enquanto a confirmação de infinitos casos,
- ▶ Método hipotético-dedutivo.

## Ciência segundo Popper

- ▶ Criatividade na busca por formas de testar/falsear teorias,
- ▶ Deve ser aberta à crítica sempre, não ficar preso ao viés confirmatório,
- ▶ A medida deve ser objetiva e possível de reproduzir,
- ▶ Anomalias e contra-exemplos ajudam a refinar

Crítica a ideia de que o conhecimento é adquirido de forma linear.

- ▶ **Paradigma:** modelo amplamente aceito — teorias, leis, e consequências lógicas.
- ▶ **Ciência normal:** dentro do mesmo paradigma é baseada em resolver problemas
  - ▶ aumentar acurácia e escopo,
  - ▶ relacionar teoria e fatos,
  - ▶ encontrar novas aplicações para a teoria.

# Thomas Kuhn

Ciência funcionaria em revoluções entre: ciência normal, acúmulo de anomalias, crise e mudanças de paradigmas

1. **Ciência normal**,
2. **Acúmulo de anomalias** desafiam a capacidade do modelo em explicar,
3. **Crise** quando o paradigma é inadequado,
4. **Mudança de paradigma**.
5. **Retorno ao primeiro item** (revolução).

## Thomas Kuhn vs Karl Popper

O que é a “boa ciência?”. Ambos concordam que é preciso criatividade e novas idéias.

1. **Popper**: estar aberto a qualquer crítica (e outros paradigmas),
2. **Kuhn**: ficar em seu paradigma pode ser bom (ciência normal).

Segundo Kuhn, a boa ciência é aquela que bons cientistas realizam, mesmo que dentro de um mesmo paradigma.

Note que trabalhar em um paradigma é acreditar/confiar nele de alguma forma.

# “Scientific Methods in Computer Science”

- ▶ “Computer Science does not deal merely with computer use, technology or software (program and data). It is a science that encompasses abstract mathematical thinking and includes an element of engineering”.

## Ciência da Computação

- ▶ Estuda e constrói sistemas artificiais, incluindo teoria computacional e engenharia de software
- ▶ Estuda a natureza e processamento (computação) da *informação*

## “Scientific Methods in Computer Science”

- ▶ Método hipotético-dedutivo parece ser o mais adequado para a pesquisa empírica em Ciência da Computação.
- ▶ Note que ele assume que partimos de uma hipótese (e dentro de um paradigma)
- ▶ Pode haver uma combinação de indução em alguns trabalhos

# “Scientific Methods in Computer Science”

