

**PCC5965**

# Métodos Científicos

Prof. Dr. Cheng Liang Yee

Prof. Dr. Fernando Akira Kurokawa

Prof. Dr. Sérgio Leal Ferreira

# Escopo

---

- Método
- Método científico
- Observação
- Experimentação
- Método científico clássicos
- Método na área tecnológica

# Método?

---



# O que significa método?

---

- Etmologicamente, a palavra método vem do grego metá, que significa “através de”, “a seguir”, e hodos, que significa “caminho”.

Método, significa o caminho a seguir,  
o caminho para se chegar a determinado fim.



# O que é método?

---

Uma maneira de se fazer algo, sistematicamente

- Vivemos cercados por métodos:
  - fazer um churrasco,
  - limpar a casa,
  - adestrar um cão.



# No cotidiano

---

- Como calçar sapatos com meias:
  - Primeiro as meias
  - Depois os sapatos
- Ordem errada = não alcança o resultado desejado
- Gasto de tempo e energia... e tempo=dinheiro!
- SEGUIR O MÉTODO para poupar tempo e energia



# Ciência e método?

---

- Todas as ciências caracterizam-se pela utilização de métodos científicos;
- Nem todos os ramos de estudo que usam estes métodos são ciências.

A utilização de métodos científicos não é exclusividade da ciência, mas não há ciência sem o emprego de métodos científicos!!!



Sociologia

# Conhecimento Científico

---

- Conhecimento **real, sistemático e próximo do exato**:
  - **Passível de verificação** e investigação.
  - **Comprovado baseado em métodos** estabelecidos rigorosamente.
  - Surge da necessidade descobrir **princípios explicativos**.



Ciência é o que você sabe. Filosofia é o que você não sabe

(Bertrand Russell)

# Conhecimento Científico

---

- A qualidade do conhecimento científico depende da forma de aquisição: **Importância do método de investigação!**

Erro no método = erro de conclusão

- Construção do conhecimento científico baseado no tripé

Intuição

+

Empirismo

+

Racionalismo

Criatividade e ideias sobre um novo produto ou processo

Experimentar, montar, construir, medir.

Descrever, refletir, comparar, deduzir, explicar o porque.

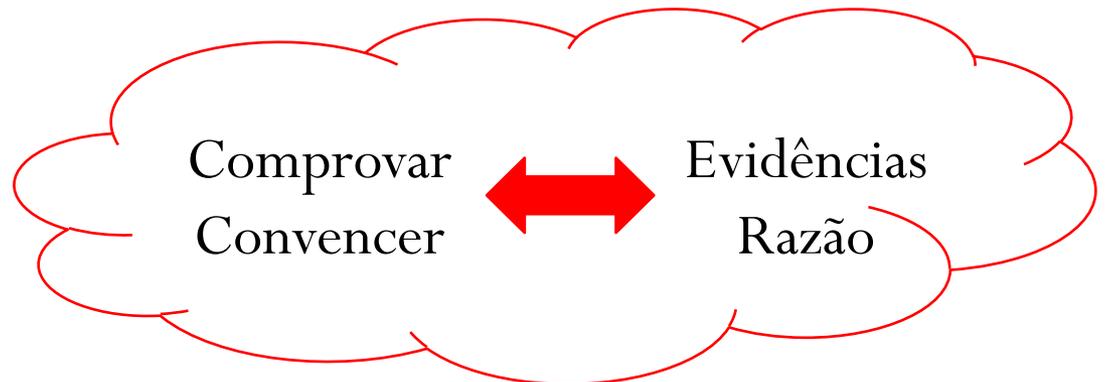
# O que é Método Científico?

---

Um conjunto de **etapas** que facilitam:

- a obtenção de **conhecimentos**, ou
- o desenvolvimento de novos **produtos ou processos**

É a lógica aplicada à ciência



# Porque Método Científico?

---

- **Facilita** a obtenção de novos conhecimentos :
  - novas descobertas,
  - descrição, explicação, reprodução e controle de fenômenos, e
  - desenvolvimento de novos produtos e processos.

Como cientista, é necessário tornar o processo automático mentalmente:

- com o passar do tempo,
- com a formação do **hábito** de se adotar o método científico.

**SCIENTIST  
IN TRAINING**



**Praticar é fundamental!!!**

# Como deve ser Método Científico?

---

Rigor científico

- Método Científico deve:
  - Dar **suporte metodológico e representacional** ao pensamento.
  - Permitir a **superação das limitações individuais** nas análises e sínteses.

Um método é aceito quando possui **confiabilidade!**

Um trabalho científico deve seguir **um sistema padronizado de etapas** ordenadas. Caso contrário:

- O trabalho torna-se questionável pois fica impossível de determinar o seu **grau de confiabilidade**.
- Conseqüentemente, inviabiliza a aceitação dos princípios descobertos e propostos.

# Confiabilidade?

Ser testado e corroborado em qualquer parte do mundo!



Expressão objetiva e detalhada de como foi obtido o conhecimento, passo a passo, permitindo a fiel reprodução da sistemática de aquisição original do conhecimento.

# Quais as etapas?

---

## **Observar / Experimentar**

Perceber, coletar dados sobre o fenômeno, produto ou processo

# Quais as etapas?

---

## **Analisar**

Analisar o fenômeno, produto ou processo



## **Observar / Experimentar**

Perceber, coletar dados sobre o fenômeno, produto ou processo

# Quais as etapas?

---

## **Formular Hipótese / Problema**

Fazer uma pressuposição sobre o fenômeno, produto ou processo

## **Analisar**

Analisar o fenômeno, produto ou processo

## **Observar / Experimentar**

Perceber, coletar dados sobre o fenômeno, produto ou processo

# Quais as etapas?

---

## **Experimental / Testar**

Testar e comprovar a pressuposição



## **Formular Hipótese / Problema**

Fazer uma pressuposição sobre o fenômeno, produto ou processo



## **Analisar**

Analisar o fenômeno, produto ou processo



## **Observar / Experimental**

Perceber, coletar dados sobre o fenômeno, produto ou processo

# Quais as etapas?

---

## **Sintetizar/ Modelar**

Sintetizar e representar os conhecimentos obtidos



## **Experimental / Testar**

Testar e comprovar a pressuposição



## **Formular Hipótese / Problema**

Fazer uma pressuposição sobre o fenômeno, produto ou processo



## **Analisar**

Analisar o fenômeno, produto ou processo

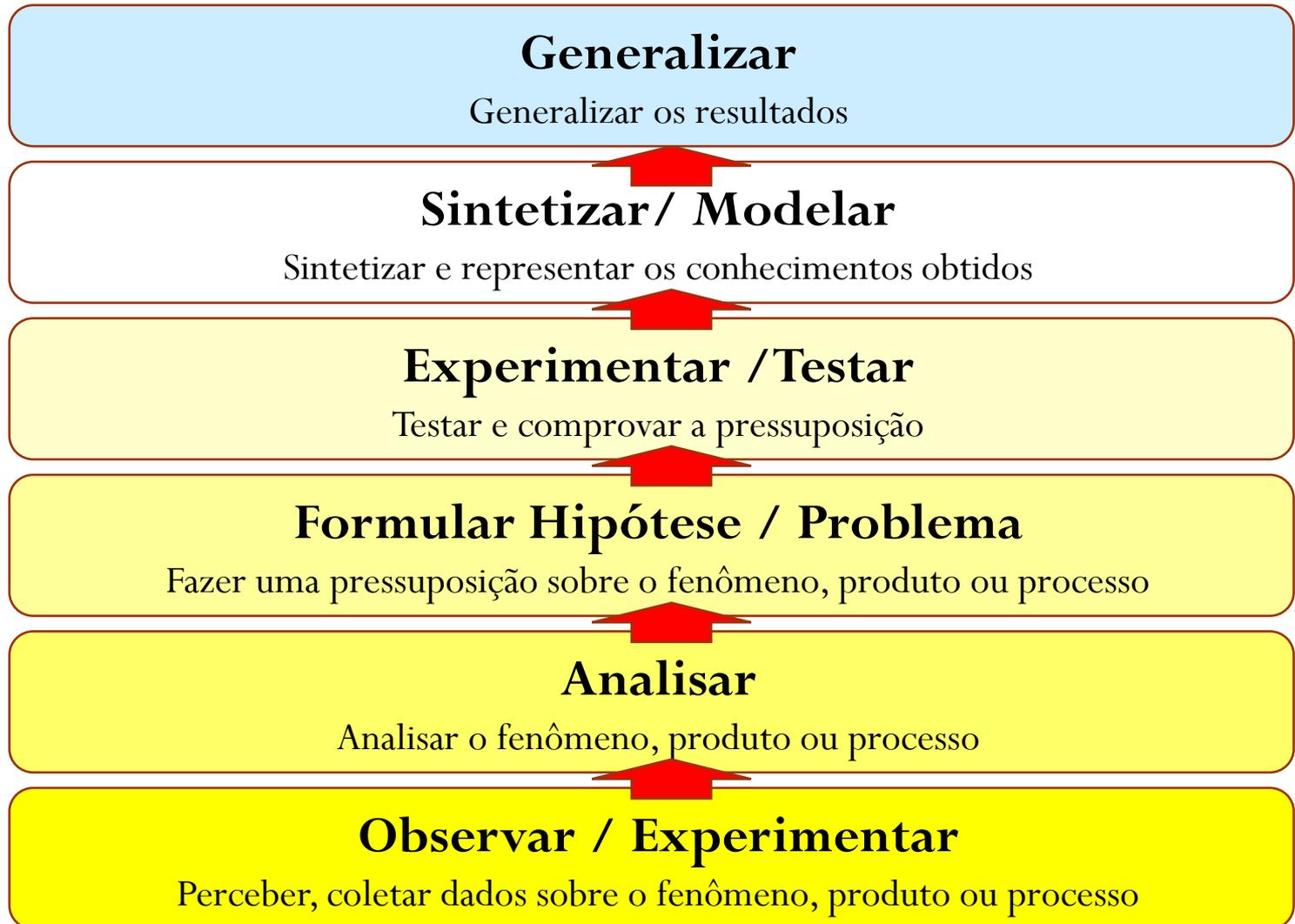


## **Observar / Experimentar**

Perceber, coletar dados sobre o fenômeno, produto ou processo

# Quais as etapas?

---



# Pressupostos iniciais

---

- As principais formas para aquisição de conhecimentos, e as etapas iniciais do método científico, são
  - a observação e
  - a experimentação dos fenômenos.

## Etapas iniciais do Método Científico

A observação

A experimentação

# O que é observação?

---

- A aquisição de conhecimentos com a participação ou não, do pesquisador porém, **sem a interferência** dele no objeto de estudo.
- É o único instrumento de pesquisa e coleta de dados que permite informar o que ocorre de verdade, na situação real, de fato

Os dados ou os fenômenos são registrados na medida que ocorrem



# Características de observação

---

- Utilização dos **órgão sensoriais** na obtenção de determinados aspectos da realidade.
- **Participação efetiva ou não** do pesquisador durante a ocorrência do fenômeno pesquisado.

Grandes avanços com o desenvolvimento de instrumentos e sensores



- Possibilita entender como e porque.
- Permite identificar problemas e propor melhorias.

# Aparentemente simples, mas não é de fácil aplicação...

---

- Observação é o método básico para coletar informações, mas geralmente não somos muito eficazes nisso por causa de:
  - **Julgamentos e pré-conceitos** podem deturpar a experiência;
  - **Sugestões, opiniões** podem enganar nossos sentidos;
  - **Inexatidão** do nossos sentidos, etc.
- Sendo assim, é necessário:
  - **Planejamento e treinamento** para observar;
  - Meios para a **verificação da qualidade** da observação.



Sem estes cuidados, a observação pode ser enganosa e ilusória, e gerar apenas curiosidades interessantes, mas pouco confiáveis e pouco agregam ao conhecimento.

# Várias formas de uso da observação

---

Grau de estruturação



- De maneira **exploratória**, para se conseguir indicações que serão verificadas mais tarde por meio de outras técnicas.
- Para **obtenção de dados suplementares** ou que possam auxiliar na interpretação de resultados obtidos por outros meios.
- Como **sistemática básica de coleta de dados** para uma descrição exata do problema ou a verificação de hipóteses sobre suas causas.

Grau de participação do observador



# Classificação de observação

---

Sistemática



Assistemática

Individual



Em equipe

Participante



Não-participante

Em laboratório



Em campo

# Observação sistemática

---

- Todos os eventos, condições e local devem ter sido **planejadas** previamente.
- É mais usado para fazer uma descrição estruturada de uma tarefa ou verificar hipóteses de causas para determinados fenômenos.
- Todas as etapas devem ter sido planejadas detalhadamente.
- Definir o local, amostra ou fenômeno, tempo e demais condições.

- Exemplo:

A observação das atividades num canteiro de obras, onde os itens a serem observados foram previamente planejadas levando em conta o objetivo da pesquisa e as situações da obra.



# Observação assistemática

---

- Observação realizada **sem planejamento prévio**.
- Ocorre em virtude do acaso, situação inesperada em campo ou em laboratório.
- O acaso não significa observação desorganizada:

O pesquisador deve estar sempre preparado para, a partir da ocorrência de uma observação assistemática, adotar procedimentos fundamentados num método científico.

- Exemplos:
  - Mistura inesperada de dois reagentes.
  - Grandes descobertas: penicilina, radioatividade...



# Observação participante

---

- Aquisição de conhecimento com **interação** entre o pesquisador e o sujeito pesquisado.
- As diferentes formas de interação que podem ser classificadas em função de nível de interação e do ambiente de observação .
- Exemplo:  
Elaborar uma lista de requisitos para um novo produto por meio de entrevista com os usuários sobre os méritos e deficiências dos produtos atuais.



# Observação não-participante

---

- Realizada **sem a presença física do pesquisador no local**.
- Observações e registros realizados a distância, sem qualquer interferência do pesquisador sobre os fenômenos ou indivíduos pesquisados.
- Exemplos:
  - Monitoramento remoto usando câmeras de vigilância.
  - Estações meteorológicas remotas



# Observação em laboratório

---

- **Observação em ambiente artificial:**
  - todos os **eventos e condições** são **controladas**,
  - mas **sem a interferência do pesquisador na ordem dos eventos**.
- As variáveis são controladas para minimizar seus efeitos na ocorrência do fenômeno observado.



A existência de ações de **inferência** ou **manipulação de condições** (variáveis) **descaracterizam a observação** em laboratório e acarretam em uma **experimentação em laboratório**

# Observação em campo

- Observação *in natura*, onde **as condições não são controladas**.
- Realizada num ambiente nativo, não controlado, onde o fenômeno observado está suscetível a todas e quaisquer variáveis.
- O ambiente nativo pode ser externo ou interno, por exemplo, numa floresta ou dentro de uma fábrica, no estudo de uma espécie ou de um processo de fabricação, respectivamente.



# O que é experimentação?

---

- Aquisição do conhecimento por meio da **fixação, introdução e manipulação das condições ambientais ou quaisquer outros fatores (variáveis)** no objeto em estudo.
- Um experimento é um conjunto de ações a respeito dos fenômenos.



# Características da experimentação

---

- O experimento é fundamental na abordagem empírica para a aquisição ou aprofundamento de conhecimento.
- Uma experiência é geralmente projetada para
  - **testar uma hipótese**,
  - ao **descrever o relacionamento** de uma variável (a variável independente) com outra (a variável dependente).
- Abordagem essencialmente **quantitativa**, por isso, é largamente utilizada nas áreas das ciências exatas e tecnológicas e comumente utilizada nas ciências biológicas.



# Classificação da experimentação

---

- Experimentação pode ser realizada tanto em ambientes internos, como em ambientes externos, controladas e não controladas.
- Sendo assim, pode ser classificada em duas formas distintas:
  - em campo e
  - em laboratório.

Em laboratório



Em campo

# Experimentação em campo

- Os dados são registrados *in situ* a partir das reações resultantes das variáveis que o pesquisador introduz e manipula.

Exemplos:

Ambientes externos ou internos não controlado

Efeitos de fosfato no crescimento de arroz



Efeitos de iluminação no conforto dos passageiros



Ataque de agentes ambientais

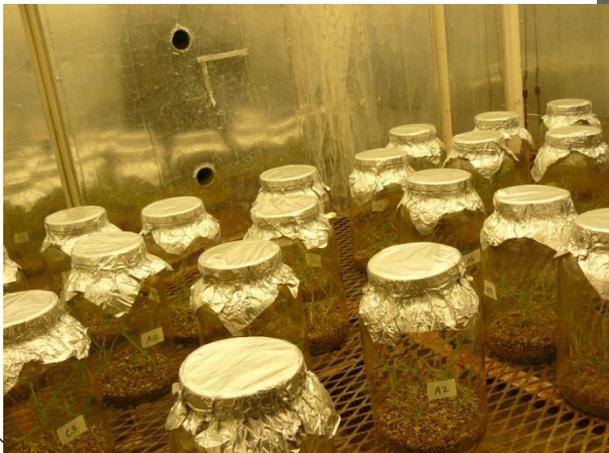
# Experimentação em laboratório

- Estudo no qual todas as variáveis e condições são introduzidas e manipuladas pelo pesquisador.

Ambientes controlado, isolado de fatores indesejáveis.

Exemplos:

Efeitos de fosfato no crescimento de arroz



Efeitos de iluminação no conforto dos passageiros

Ataque de agentes ambientais



# Métodos científicos clássicos

---

Não existe uma única concepção de ciência, assim como não existe uma única concepção de método científico.

- Não existe uma “receita mágica”, pois, método científico vem sendo aperfeiçoado ao longo dos tempos.
- Basicamente, o método é composta de etapas dispostas de forma racional, sistemática e sequencial.
- As etapas existem necessariamente com a finalidade de organizar o processo de elaboração mental das ações.
- Não existe uma única sequência de etapas bem definidas, mas sim uma multiplicidade de sequências possíveis.

# Relação de Métodos Científicos Clássicos

---

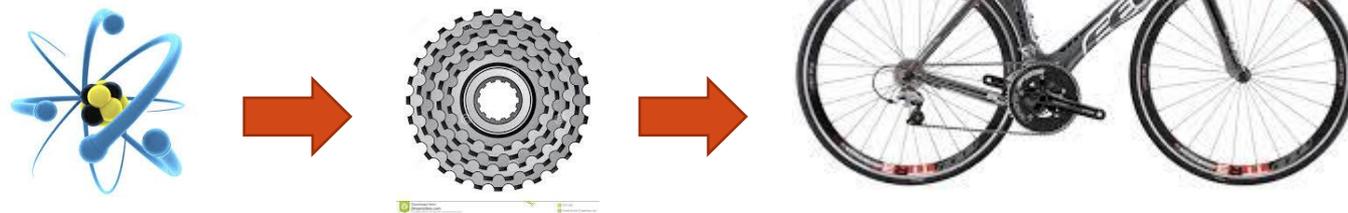
- Método Indutivo
- Método Dedutivo
- Método Hipotético-Dedutivo
- Método Fenomenológico
- Método Dialético



# Método Indutivo

---

- Utilização da Lógica Indutiva
- Do micro para o macro sistema



- Parte do particular e coloca a **generalização** como um produto posterior do trabalho de coleta de dados particulares.
- A **generalização** não deve ser buscada, mas **constatada a partir da observação de casos concretos** suficientemente confirmadores dessa realidade.
- Proposto pelos **empiristas** (Bacon, Hobbes, Locke, Hume), para os quais o conhecimento é fundamentado exclusivamente na experiência.

# Método Indutivo: exemplo

---

Exemplo:

- Arthur é mortal.
- Cesar é mortal.
- Paulo é mortal.
- Vitor é mortal.
- Arthur, Cesar, Paulo e Vitor são homens.

=> Logo, (todos) os homens são mortais,



# Método Indutivo: exemplo

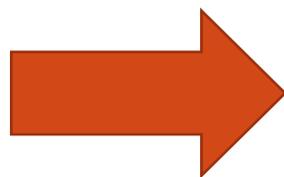
---

Exemplo:

- Se o pneu A possui defeito,
- sendo os pneus B, C, D, E do mesmo tipo e lote de fabricação,  
=> logo os pneus B, C, D, E também possuem o mesmo defeito



A



B



C



D



E

***Recall!!!***

# Método Indutivo – proposto por Galileu

Descrição matemática da natureza

## Observar

Coleta de dados sobre o fenômeno

## Analisar

Relação quantitativa existente entre os elementos do fenômeno

## Formular Hipótese

Uma pressuposição do conhecimento sobre o fenômeno

## Testar Hipótese

Comprovação do conhecimento

## Modelar

Representação do conhecimento

## Generalizar

Generalização dos resultados em forma de Lei Científica

# Método Indutivo – proposto por Galileu

Descrição matemática da natureza



# Método Indutivo – proposto por Bacon

- Não dá valor à hipótese e ignora a importância da dedução matemática

Abordagem fundamentado  
exclusivamente na experiência

## Experimental

Coletar dados sobre o fenômeno de forma experimental

## Formular Hipótese

Análise dos resultados, tentando explicar a relação causal dos fatos entre si

## Repetir o teste

Por outros ou em outros lugares, acumular dados para reformular as hipóteses

## Repetir o Experimento

Testar as hipóteses, obter novos dados e novas evidências que as confirmem

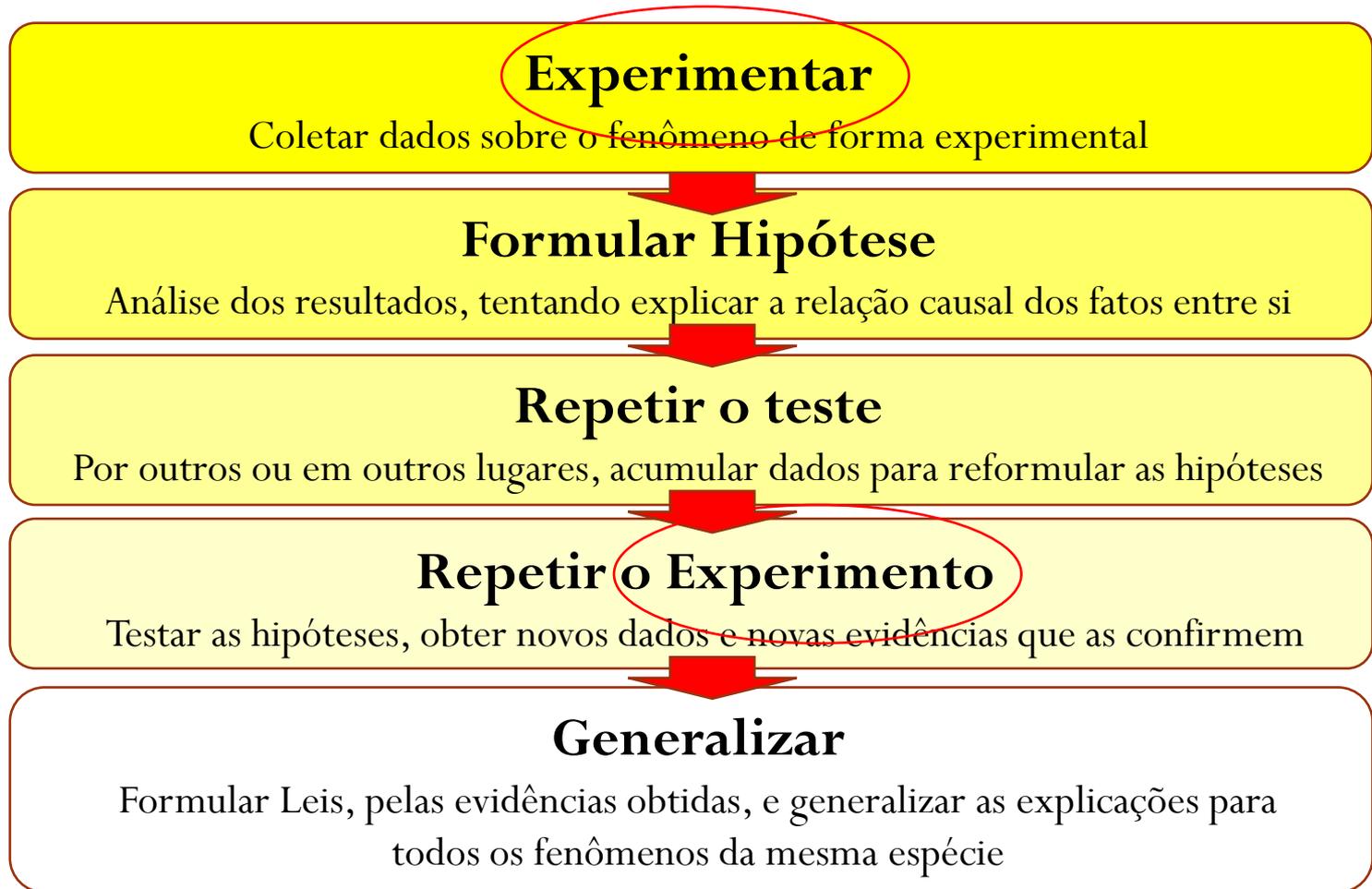
## Generalizar

Formular Leis, pelas evidências obtidas, e generalizar as explicações para todos os fenômenos da mesma espécie

# Método Indutivo – proposto por Bacon

- Não dá valor à hipótese e ignora importância da dedução matemática

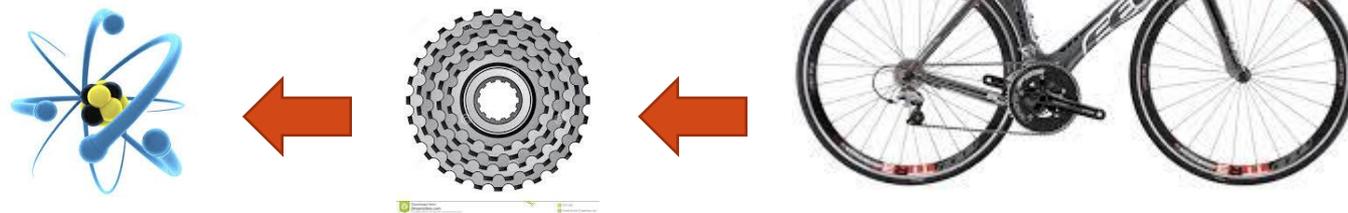
Abordagem fundamentado  
exclusivamente na experiência



# Método Dedutivo

---

- Utilização da Lógica Dedutiva
- Do macro para o micro sistema



- De acordo com a concepção clássica, é o método que **parte do geral** e, a seguir, **desce ao particular**.
- **Parte de princípios reconhecidos como verdadeiros** e indiscutíveis para **chegar na conclusões** de maneira puramente formal, isto é, baseada unicamente na **lógica**.
- Proposto pelos **racionalistas** (Descartes, Spinoza, Leibniz), segundo os quais só a razão é capaz de levar ao conhecimento verdadeiro, que decorre de princípios a priori evidentes e irrecusáveis.

# Método Dedutivo: Exemplo

---

Exemplo:

- Todo homem é mortal. (premissa maior)
  - Geraldo é um homem. (premissa menor)
- => Logo, Geraldo é mortal. (conclusão),



# Método Dedutivo: Exemplo

---

Exemplo:

- Se os pneus B, C, D, E possuem defeitos
- sendo o pneu A do mesmo tipo e lote de fabricação,  
=> logo o pneu A também possui o mesmo defeito



**B**



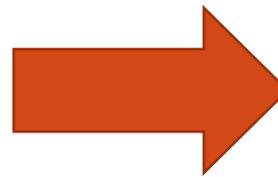
**C**



**D**



**E**



**A**

# Método Dedutivo: etapas

---

Evidência: analisar o fato como se apresenta

Divisão ou análise: Dividir o problema em partes, analisando caso a caso para melhor compreendê-las

Ordem ou dedução: Identificar, selecionar e começando pelos mais simples e fáceis para subir até os mais complexos

Enumeração / classificação: enumerações tão completas e revisões tão gerais, que ficasse certo de nada omitir

# Método Hipotético-Dedutivo

---

- Karl Popper (1993): solução para o problema da indução:  
**Assimetria lógica entre verificação e falseamento**

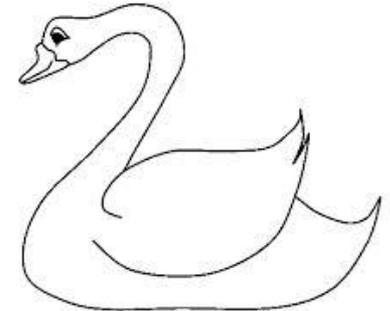
**É mais provável encontrar evidências para negar por completo uma hipótese do que prová-la por completo!!!**

# Método Hipotético-Dedutivo: exemplo

---

- Num lago qualquer: todos os cisnes são brancos

Hipótese: Todos os cisnes do mundo são brancos



- Outros cisnes brancos são descobertos em outros lugares.

Por indução:

➔ A hipótese vai sendo confirmado e vai virando teoria

- Confirmação da teoria?  
Observar todos os cisnes vivos!

**É possível?!**

# Método Hipotético-Dedutivo: exemplo

- No exemplo, melhor procurar cisne preto!

Existindo um cisne preto, teoria torna-se falsa!

No âmbito da lógica, uma teoria científica :

- embora não possa ser conclusivamente **verificada**,
- poderá ser conclusivamente **falseada**.

Eureka!

!!



Ao invés de **verificabilidade**, adota-se como critério de demarcação, a **falseabilidade** de um modelo

# Cuidados com o Método Hipotético-Dedutivo

---

- Não se deve procurar contornar a refutação. Exemplo:
  - rejeitando bons experimentos,
  - introduzindo hipóteses *ad hoc* – mas às vezes funciona...



Exemplo: **Astrologia é ciência?**

- Faz previsões vagas de modo que sua falsidade nunca pode ser provada.
- Quanto menos uma teoria admite situação em que ela poderia ser refutada, menos ela consegue dizer sobre o mundo natural.

# Visão do Método Hipotético-Dedutivo

---

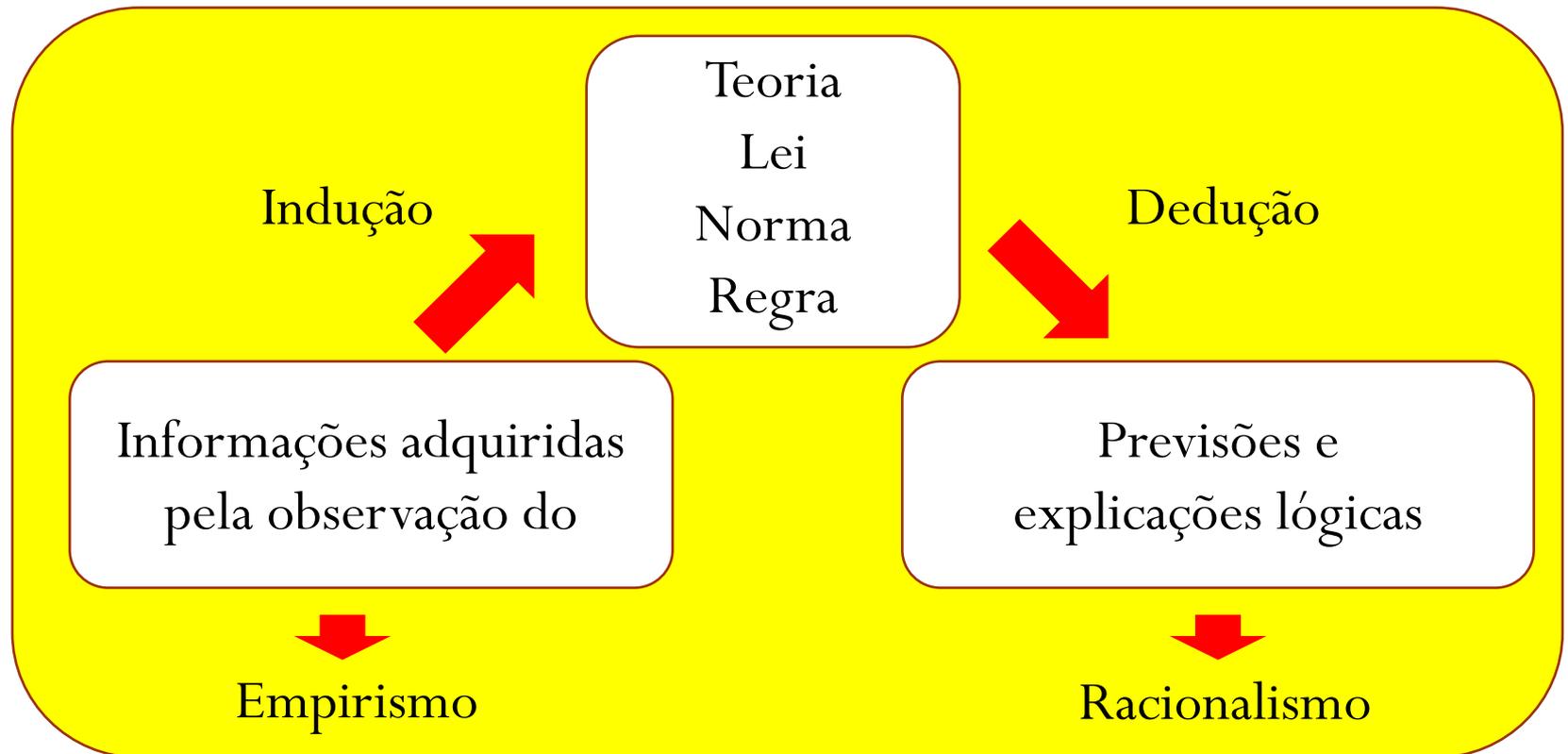
- **Evolução das teorias científicas**

O progresso científico ocorre na repetida superação de teorias científicas por outras melhores e mais satisfatórias

**Teorias “mais aptas” sobrevivem**  
**Teorias “menos aptas” são modificadas ou eliminadas**  
(Influência da teoria da evolução das espécies de Darwin)

# Método Hipotético-Dedutivo

- Esse método representa uma **tentativa de equilíbrio** entre os métodos indutivo e dedutivo.



# Método Fenomenológico

- **Descrição direta da experiência** ou do fenômeno, tal como ele se apresenta, sem reduzi-lo a algo que não aparece.
- “... investiga a verdade a partir da origem de todo conhecimento - a experiência do mundo - procurando, a partir daí, descrever o fenômeno, analisá-lo e interpretá-lo, assim chegando à compreensão do que é essencial e invariante - a estrutura do fenômeno...”

(SADALA, M.L.A.)

SUSPECT DESCRIPTION			
SEX Male Female	RACE White Black Hispanic Other	AGE	
HEIGHT		HAT (type & color)	
WEIGHT		TIE	
HAIR Black Brown Blond Red		COAT	
EYES		SHIRT	
GLASSES TYPE		PANTS	
TATOOS		SHOES	
SCARS/MARKS		WEAPONS	
COMPLEXION			

# Método Dialético

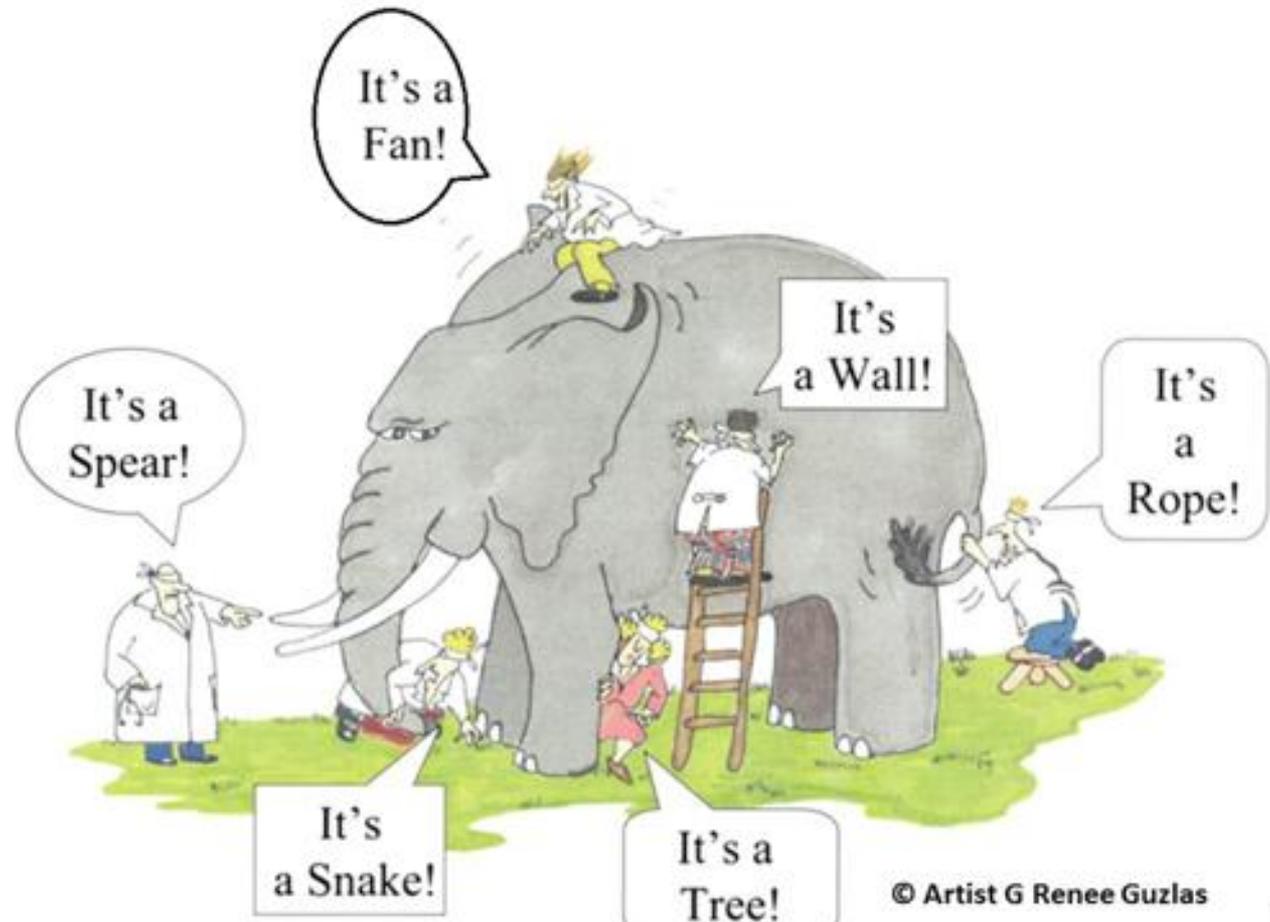
---

- Os elementos do esquema básico do método dialético são:
  - a tese,
  - a antítese e
  - a síntese
- **Tese é uma afirmação** ou situação inicialmente dada.
- A **antítese é uma oposição à tese.**
- **Do conflito entre tese e antítese surge a Síntese**, que é uma situação nova que carrega dentro de si elementos resultantes desse embate.
- É o método da investigação das contradições da realidade.

Ideológicas, polêmicas

# Críticas aos Métodos Científicos Clássicos

- Teoria de complexidade: Contraponto ao classicismo científico quanto ao reducionismo, fragmentação e compartimentalização do conhecimento



# Críticas aos Métodos Científicos Clássicos:

---

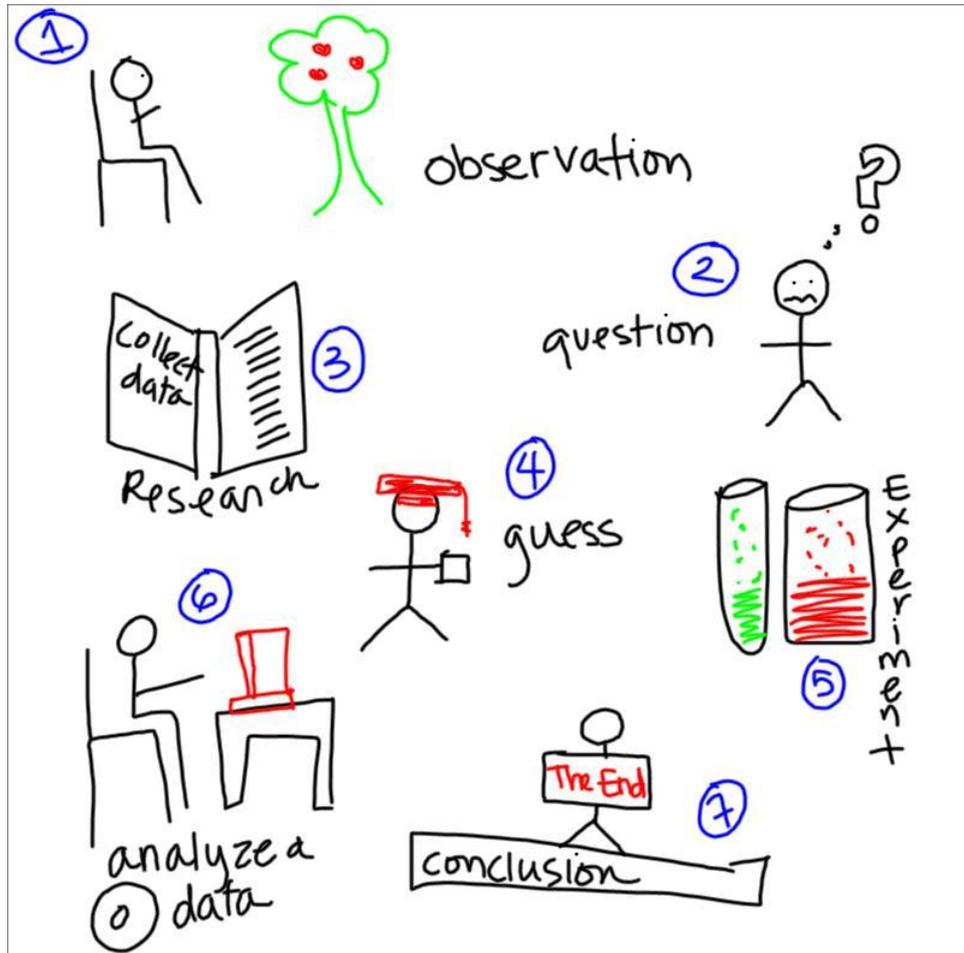
- Imagem x pixel



Visão global, sistêmica!

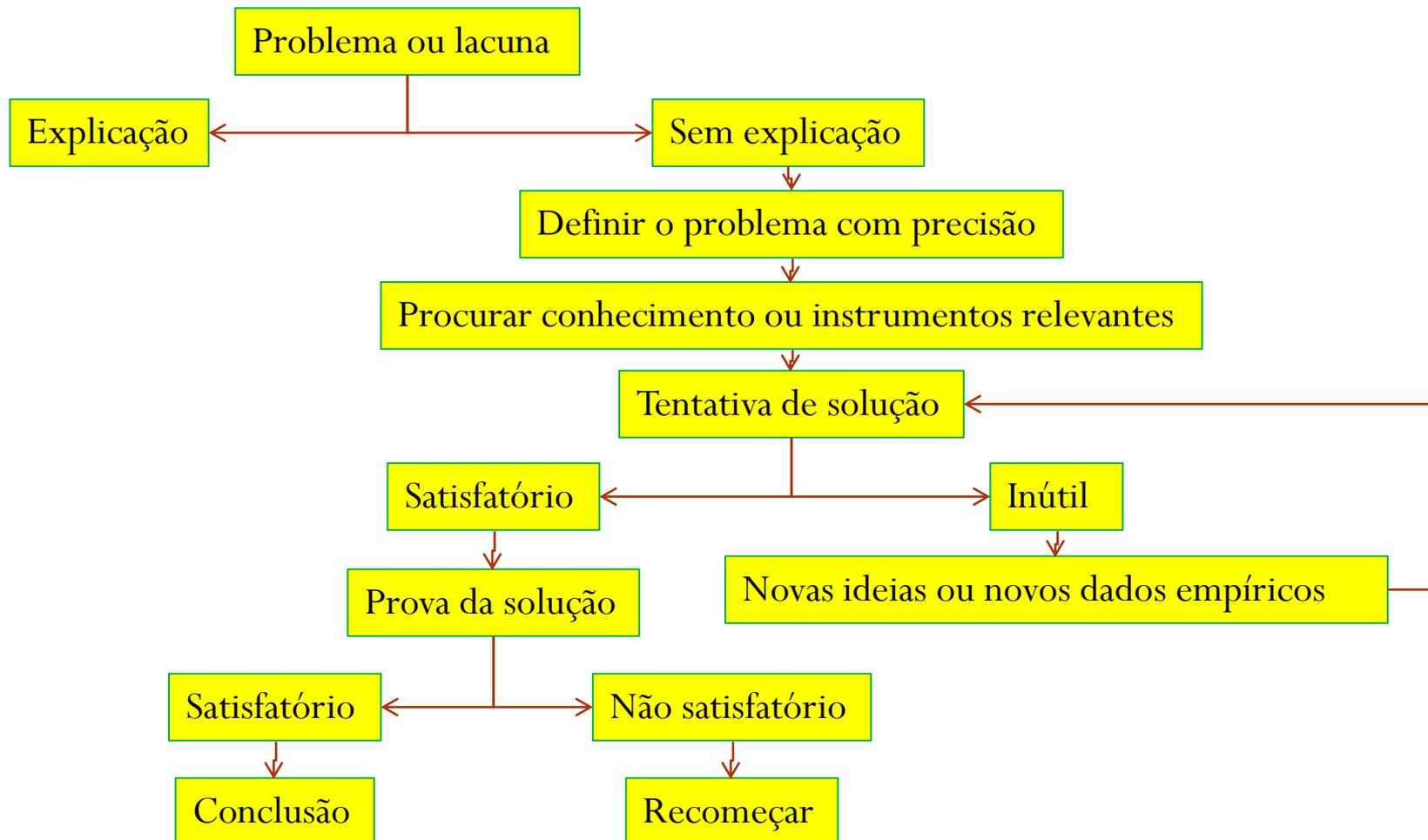
Medicina

# Método na área tecnológica

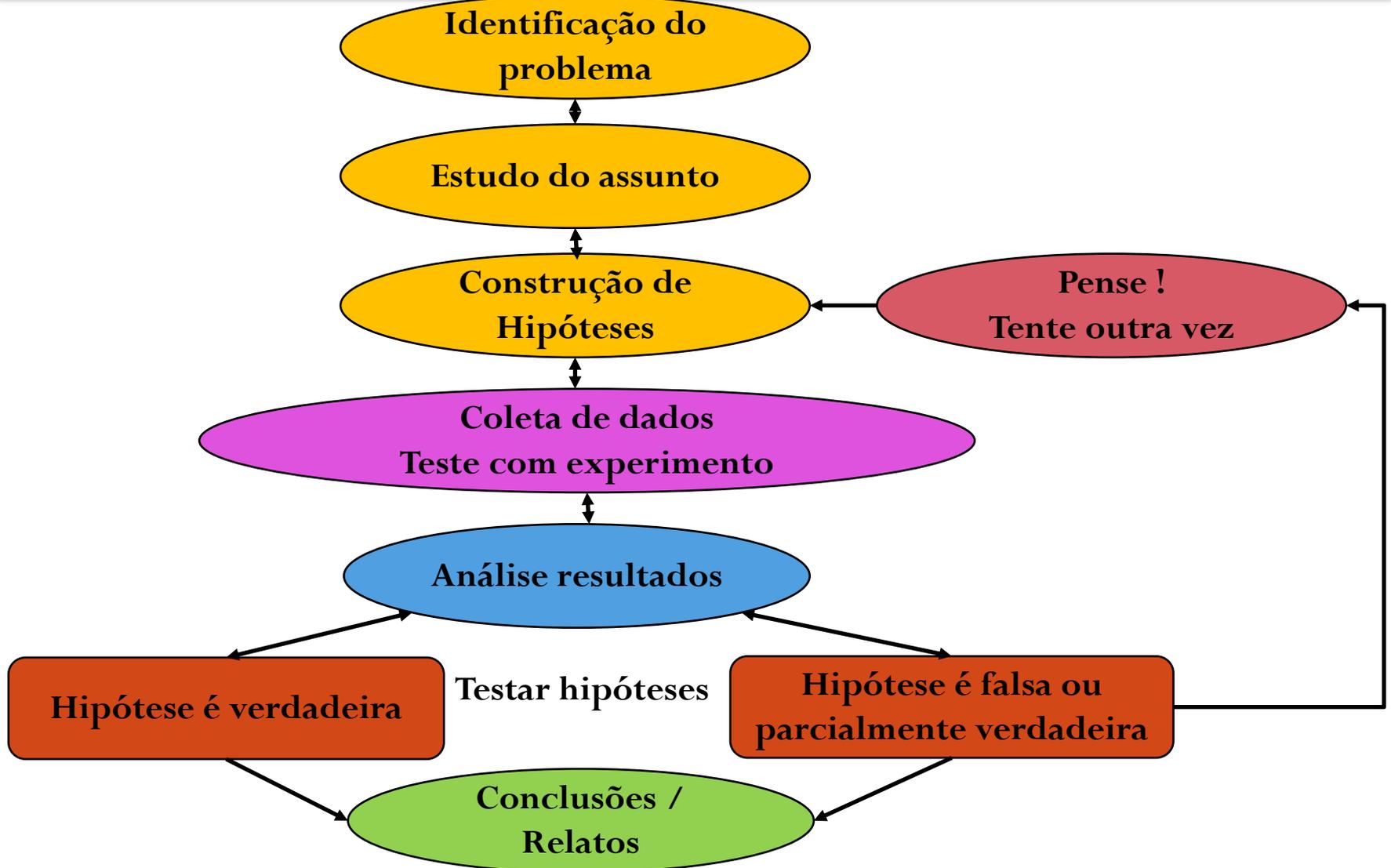


# Método na área tecnológica

---



# Fluxograma geral



# Leitura obrigatória

---

- **Homeopatia e preconceito: ausência de evidências científicas ou negação das existentes?**
- Marcus Zulian Teixeira, FMUSP
- Exemplo de discussão (pesada) para a construção do conhecimento científico
- <http://jornal.usp.br/artigos/homeopatia-e-preconceito-ausencia-de-evidencias-cientificas-ou-negacao-das-existentes/>

“O preconceito é filho da ignorância”

“Ausência de evidências científicas ou negação das existentes.”

# Leitura obrigatória

---

- **Ciência e suas controvérsias**
- Hernan Chaimovich, Prof. Emérito do IQ/USP
- A essência na discussão (pesada) para a construção do conhecimento científico
- <http://jornal.usp.br/artigos/cars-colegas/>

“Controvérsias existem em todas as áreas das ciências, assim chamadas, duras. Em todos os casos conhecidos a controvérsia é ultrapassada, pois, se a ideia controversa tem alguma importância, uma porção significativa da comunidade científica, muitas vezes conservadora, olha para essa ideia e tenta derrubá-la. Se a nova ideia é derrubada, ou se não pode ser derrubada, a controvérsia acaba.”

# Leitura obrigatória

---

- **Why research beats anecdote in our search for knowledge**
- Tim Dean, Philosopher at UNSW Australia
- Looking at the origins of research.
- <https://theconversation.com/why-research-beats-anecdote-in-our-search-for-knowledge-30654>

“If we value fact over falsehood then we should constantly remind ourselves of the **dangers of certainty and the poverty of intuition.** “

“We should remind ourselves that our belief in something should be held with a **conviction proportional only to the evidence** we have in support of it.”

# Vídeo recomendado

---

- **Why we should trust scientists**
- Naomi Oreskes, Historian of science
- [http://www.ted.com/talks/naomi\\_oreskes\\_why\\_we\\_should\\_believe\\_in\\_science](http://www.ted.com/talks/naomi_oreskes_why_we_should_believe_in_science)
- Uma visão interessante sobre a essência da construção do conhecimento científico – muito além dos métodos científicos...

“...what the scientific knowledge is, the **consensus** of scientific expert who through the process of **organized (collective) scrutiny** have judged the evidence and come to a conclusion about it...”

“... actually science is the appeal to authority, but it's not the authority of the individual, ... It's the **authority of the collective community...**”

# Epílogo

---

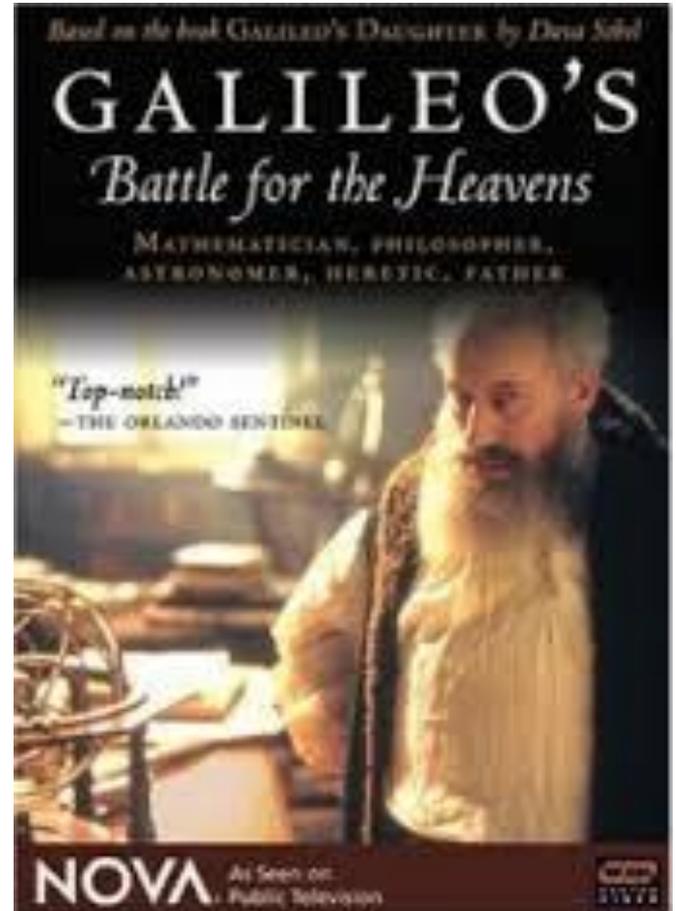
- Galileu

## A Batalha Pelo Céu

Documentário sobre o cientista

Baseado no *best seller* “A Filha de Galileu”

<https://www.youtube.com/watch?v=z11nivulll>



# PCC-5965 Atividades em grupo

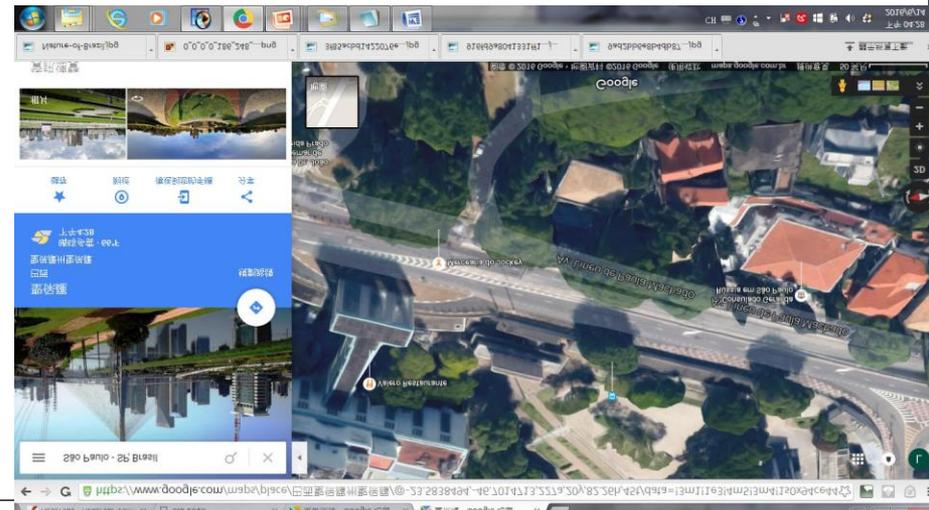
- Fazer uma pesquisa seguindo o fluxograma da metodologia
- Em sala realizar as etapas de:
  - Identificação do problema (5 min)
  - Estudo do assunto (20 min)
  - Construir hipótese (10 min)
  - Planejar teste: método e fonte de dados (10 min)
- Deixar as seguintes etapas para continuar depois
  - Coleta de dados
  - Tratamento e análise de dados
  - Testes e conclusões

- Definir um tema adequada para pesquisa por observação.
- Formular pergunta.
- Levantar os dados.
- Responder a pergunta.

Dicas:

Para simplificar, fazer por

- Observação ou
- Levantamento “virtual”, usando os recursos como Google Street View. para fazer a pesquisa sem sair de casa



# PCC-5965 Tarefa de casa

---

- Atividade em grupo.
- LC02A: Pré-selecionar alguns tópicos dentro das áreas de atuação, por escolha voluntária ou por sorteio, definir um tópico para fazer pesquisa e apresentação sobre a evolução do tópico.  
Exemplo: concreto, tecnologia construtiva, etc.  
Descrever a evolução histórica do tópico escolhido, com análise crítica:
  - Fazer texto (Maximo 3 paginas A4)
  - Preparar uma apresentação de 5 minutos (Maximo de 5 transparências)
- LC2B: Continuar a atividade de pesquisa executada na sala, fazer a coleta dos dados para posterior análise e teste de hipótese.
- Fazer uploads pelo Moodle