

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$



$$A = \pi r^2$$

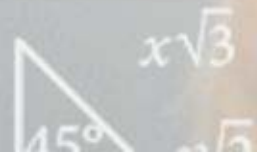
$$C = 2\pi r$$



$$V = \pi r^2 h$$

Bioestatística

	30°	45°	60°
sin	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
cos	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
tan	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$



$$\int \sin x dx = -\cos x + C$$

$$\int \frac{dx}{\cos^2 x} = \operatorname{tg} x + C$$

$$\int \operatorname{tg} x dx = -\ln|\cos x| + C$$

$$\int \frac{dx}{\sin x} = \ln\left|\operatorname{tg} \frac{x}{2}\right| + C$$

$$\int \frac{dx}{a^2 + x^2} = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} \frac{x}{a} + C$$

$$\int \frac{dx}{x^2 - a^2} = \frac{1}{2a} \ln\left|\frac{x-a}{x+a}\right| + C$$



Prof. Dr. Diogo B Proвете
Setor Ecologia-INBIO

UFMS

2025-2

Agosto 2025

$$ax^2 + bx + c = 0$$

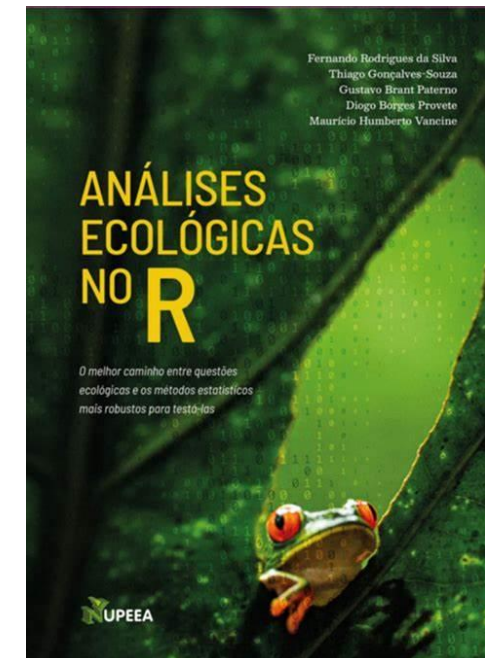
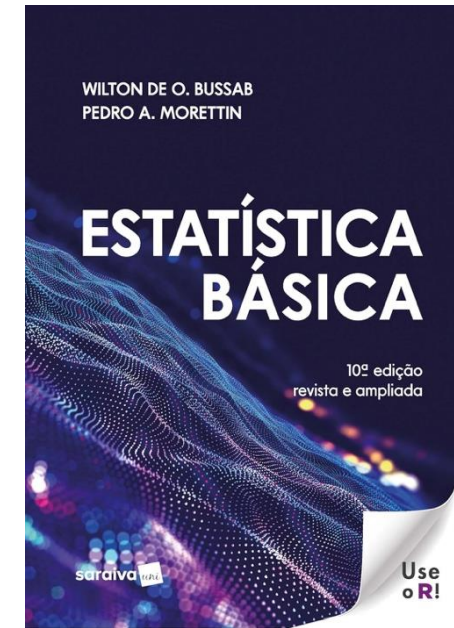
$$a\left(x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a}\right) = 0$$

$$x^2 + 2\frac{b}{2a}x + \left(\frac{b}{2a}\right)^2 - \left(\frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{c}{a} = 0$$

$$\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{b^2 - 4ac}{4a^2} = 0$$

Plano da disciplina

- Componente teórico
- Definições e conceitos
 - Medidas de tendência central e variabilidade
 - Amostragem
 - Noções de probabilidade
 - Distribuições de probabilidade
 - Teste de hipótese
 - Modelo linear geral, Qui-quadrado e correlação
- Componente prático
 - Realização de lista de exercícios e kahoot!



Avaliação

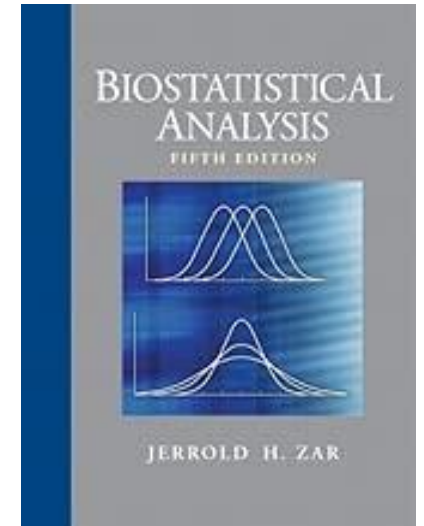
- 3 componentes
 - Prova teórica escrita
 - Lista de exercícios referentes a cada aula
 - Trabalho prático
 - 10 grupos de no máximo 5-6 estudantes
 - Até o fim do mês gostaria de ter os nomes de cada grupo
 - Elaborar uma pergunta, gerar uma hipótese, coletar (ou gerar) dados de maneira adequada, testar a hipótese usando análises que veremos e realizar inferência com conclusão biológica
 - Prazo de entrega: final da disciplina, teremos aulas dedicadas à finalizar o trabalho
- Abarcar múltiplas habilidades, competências e neuro-diversidade

Ao final desta aula você deverá entender

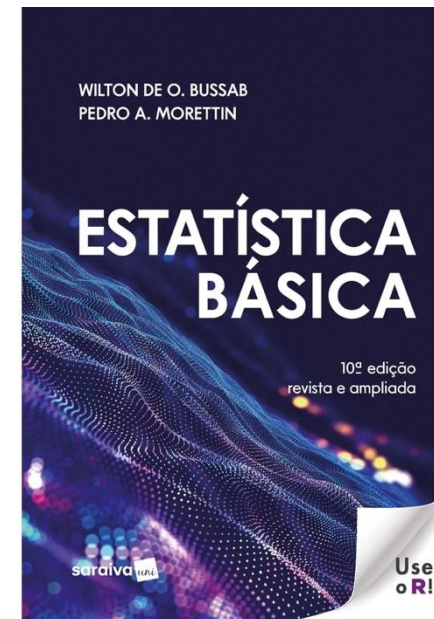
- O que é estatística
- Bases filosóficas do empirismo científico
- Áreas da estatística
- Principais conceitos
- Tipos de variáveis
- Como a estatística é aplicada na Biologia



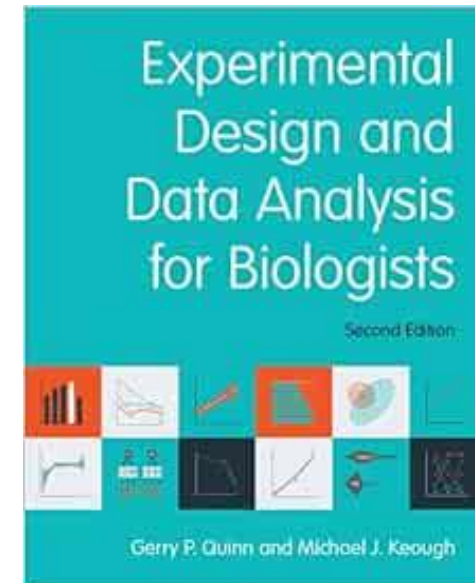
Cap 1



Cap 1, 2



Cap 1, 2



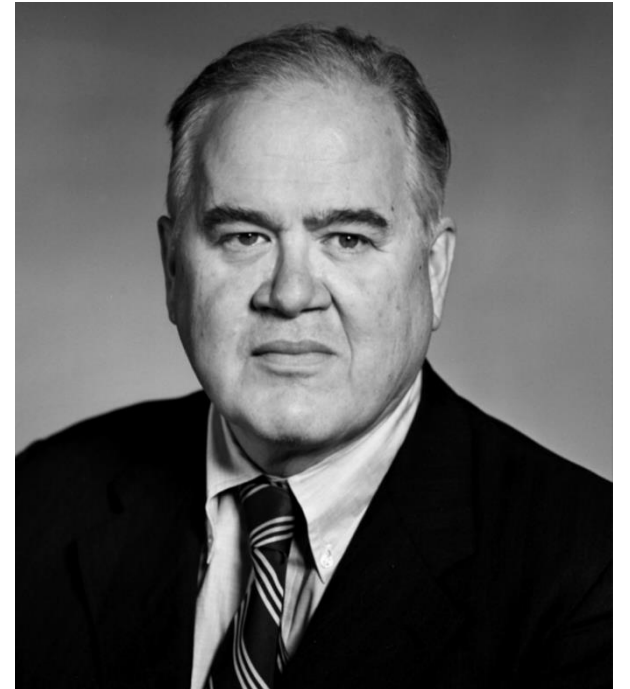
Cap 1

Introdução

- Definição de estatística (área da ciência)
 - Conjunto de métodos/técnicas que auxiliam na tomada de decisão na presença de **incerteza**

“The most important maxim for data analysis to heed, and one which many statisticians seem to have shunned, is this: **‘Far better an approximate answer to the *right* question, which is often vague, than an *exact* answer to the wrong question, which can always be made precise.’** Data analysis must progress by approximate answers, at best, since its knowledge of what the problem really is will at best be approximate”.

John Tukey, 1962, *Annals of Mathematical Statistics* 33: 13-4



E da onde vem a incerteza?

Variabilidade!



EVOLUTION 4e, Figure 4.1
© 2017 Sinauer Associates, Inc.

*Estatística é a ciência que nos
permite encontrar padrões
(Sinal) em meio à
variabilidade natural (Ruído).*

*o sinal e o ruído e o
e o ruído e o ruído e
o ruído e o ruído e o
por que tantas e o r
previsões falham e
e outras não e o ruí
ruído e o ruído e o r
e o ruído e o ruído e
nate silver e o ruído
e o ruído e o ruído e
o ruído e intrínseca*



THE
DESIGN OF
EXPERIMENTS

R. A. FISHER F.R.S.

“Estatística sem o método científico é mera aritmética; o método científico (em biologia) sem estatística é meramente anedótico.”



FISHER


Statistical Methods
Experimental Design
and
Scientific Inference

R. A. FISHER

- Sir Ronald A. Fisher

Opinion

Recommendations for quantitative uncertainty consideration in ecology and evolution

Emily G. Simmonds ,^{1,2,3,*} Kwaku P. Adjei,^{1,4} Benjamin Cretois,⁵ Lisa Dickel,^{1,2} Ricardo González-Gil,^{6,7} Jack H. Laverick,⁸ Caitlin P. Mandeville,^{1,9} Elizabeth G. Mandeville,¹⁰ Otso Ovaskainen,^{1,11,12} Jorge Sicacha-Parada,⁴ Emma S. Skarstein,⁴ and Bob O'Hara^{1,4}

COMMENTARY

Embracing uncertainty in applied ecology

E. J. Milner-Gulland^{*1} and Katriona Shea²

TRAINING ECOLOGISTS TO THINK WITH UNCERTAINTY IN MIND

CAROL A. BREWER^{1,3} AND LOUIS J. GROSS²

Porque é tão importante considerar a incerteza?

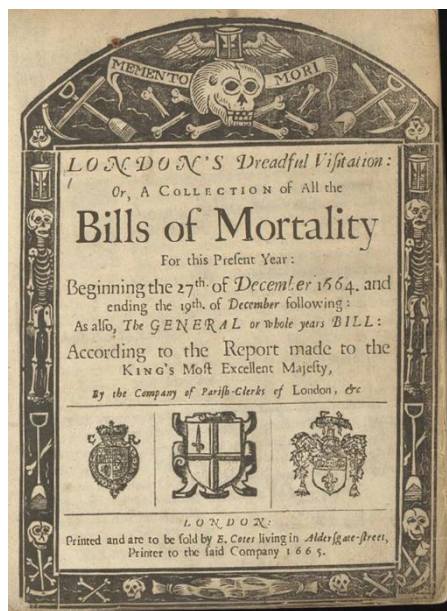
- Precisamos *quantificar e comunicar* incertezas
- A estatística nos fornece a ferramenta para fazer isso
- Crítico para fazer previsões e na tomada de decisões
 - Políticas públicas
- Ignorá-la pode levar à previsões excessivamente confiantes e erradas

Breve histórico da estatística

Estatística enquanto ciência surgiu no final Séc XVII início XVIII

- Contexto histórico: 1ª Revolução industrial, consolidação dos Estados nação modernos
- Ligada à demografia, censos, economia, comércio e questões de administração do Estado moderno, com o objetivo de fornecer dados para tomada de decisão pelo governante

Daí a origem do nome *Estatística*, que vem de *statisticum collegium* que quer dizer “conselho de Estado”



John Graunt

1662



Se fundamenta na Teoria de probabilidade iniciada por Pascal e Fermat (que surgiu com o estudo dos jogos de azar)

Matéria bruta da estatística => observações



Definições e conceitos

- **Dados Brutos:** Observações coletadas (registradas), a "matéria-prima" da estatística.

De onde veio a ideia de que
temos de nos basear em
observações (dados) para tirar
conclusões sobre a natureza?



Senta que

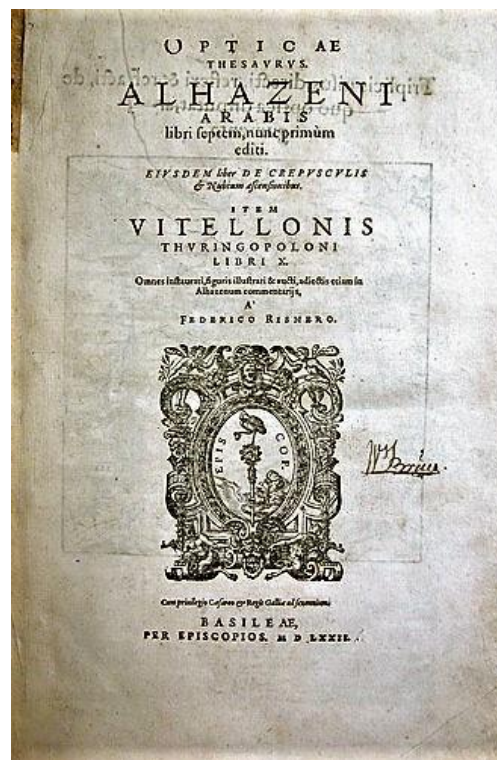
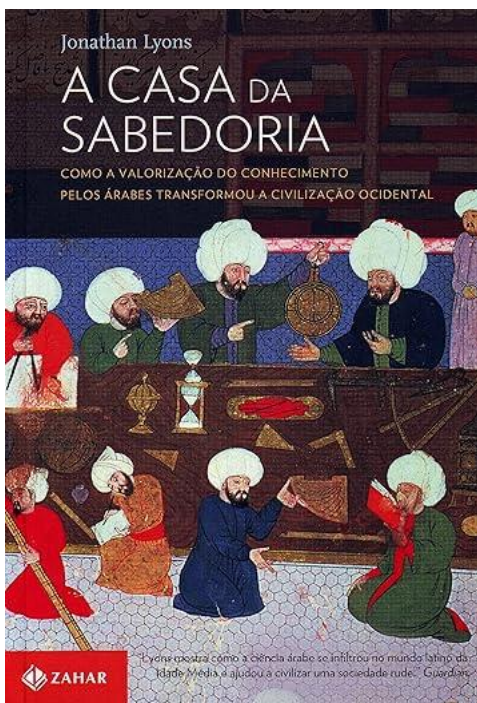
lá vem a

história!!

Califado Abássida (Séc VIII-XVI)

“Era de ouro” Islâmica

Casa da Sabedoria (Bagdad)



Ḥasan Ibn al-Haytham

★965 – 1040

Primeiro a chegar à conclusões científicas sobre ótica (física) de forma sistemática utilizando experimentação e testes controlados

Renascença Séc XVI (Ocidente)

Empirismo Britânico (inicial)

Francis Bacon

Thomas Hobbes

VS.

Racionalismo

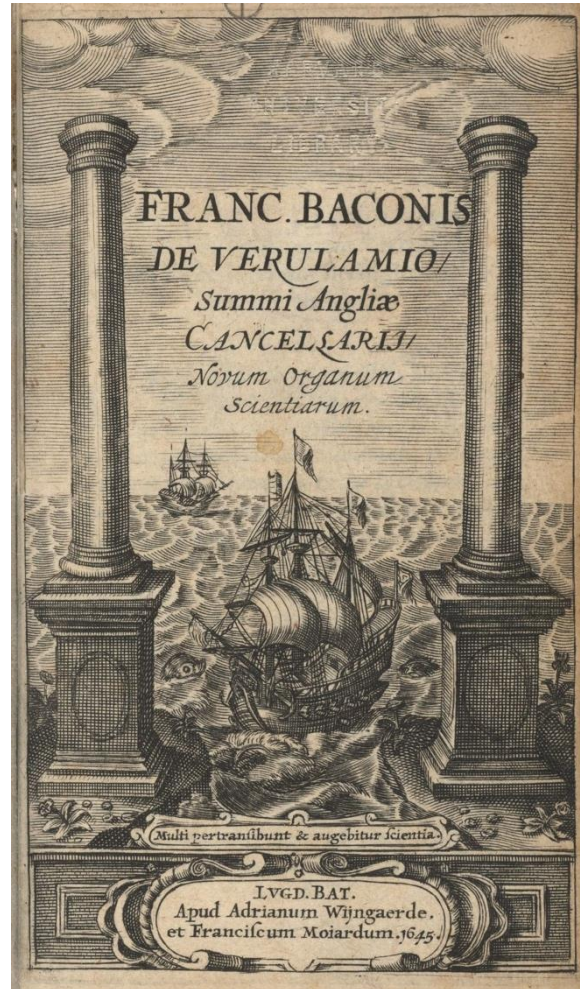
Renné Descartes

Baruch Spinoza

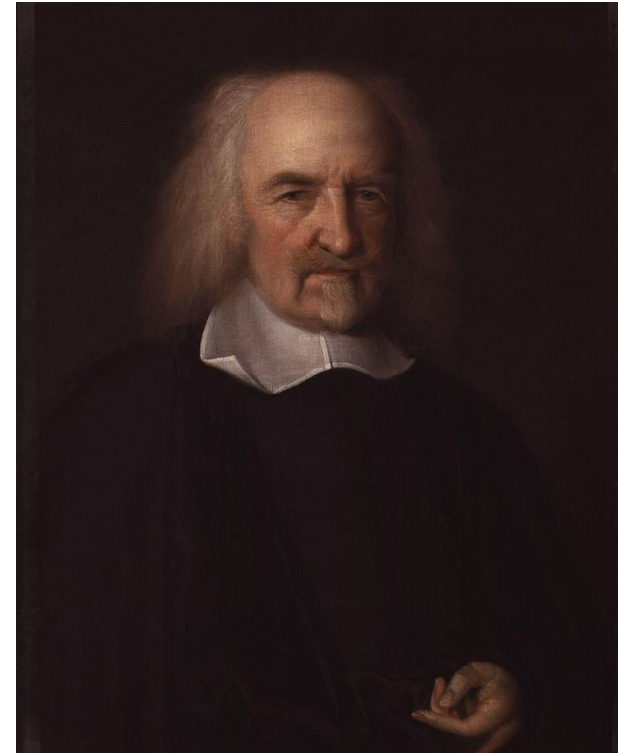
G. Leibniz



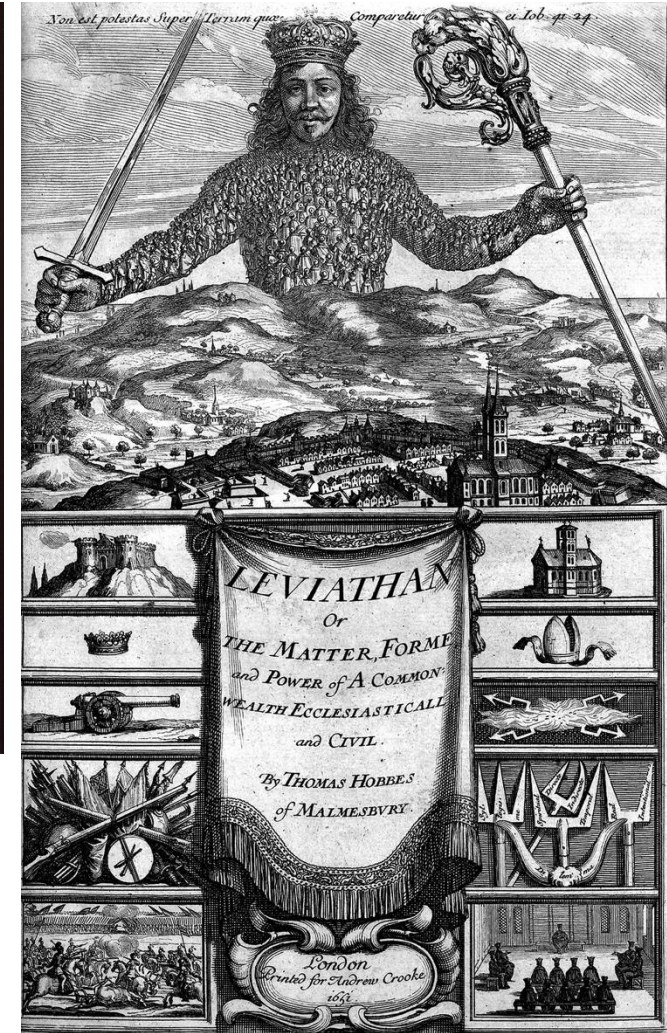
Francis Bacon
1561-1626



Novum Organum
1620



Thomas Hobbes
1588-1679



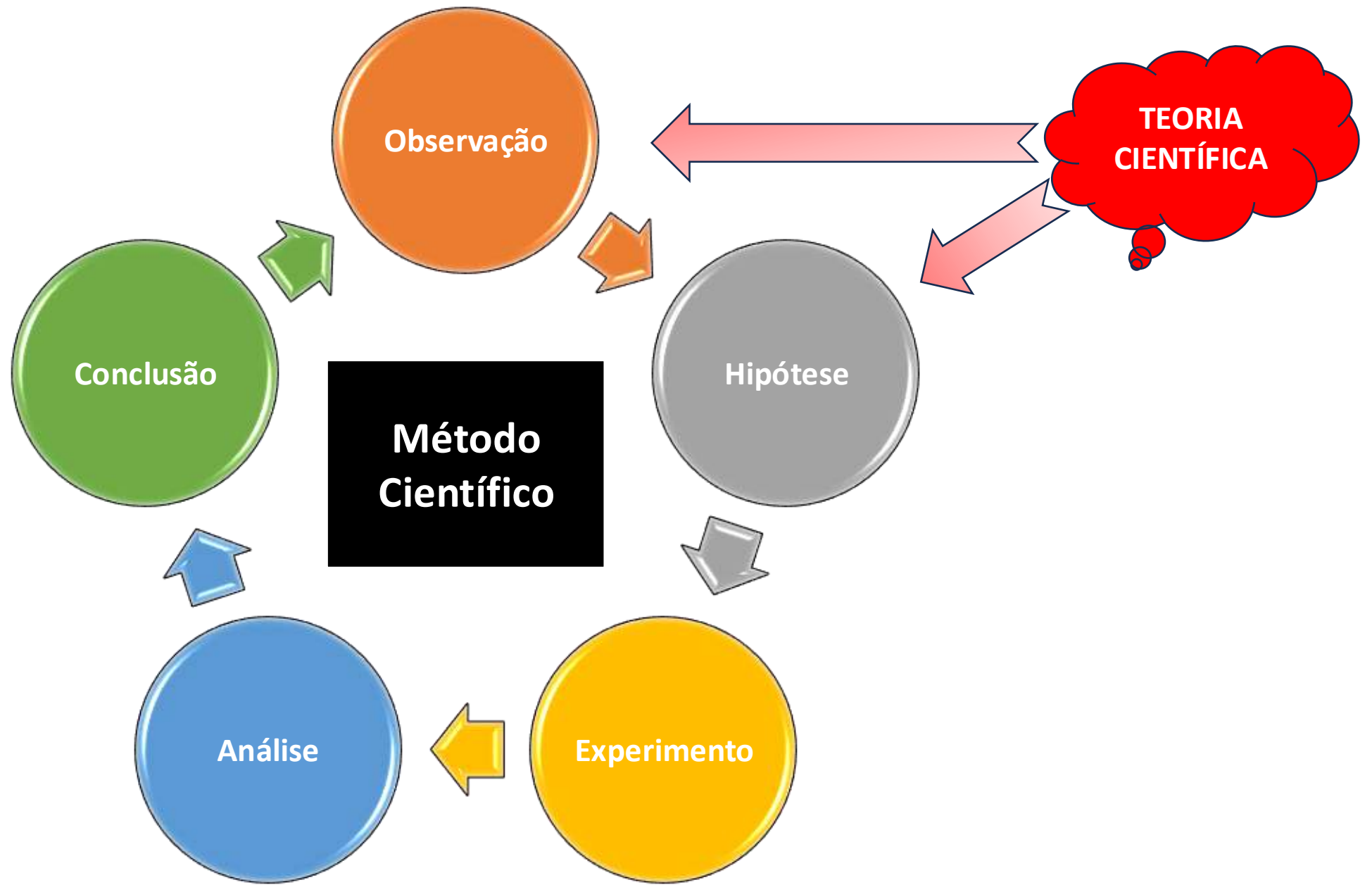
Leviatã
1651

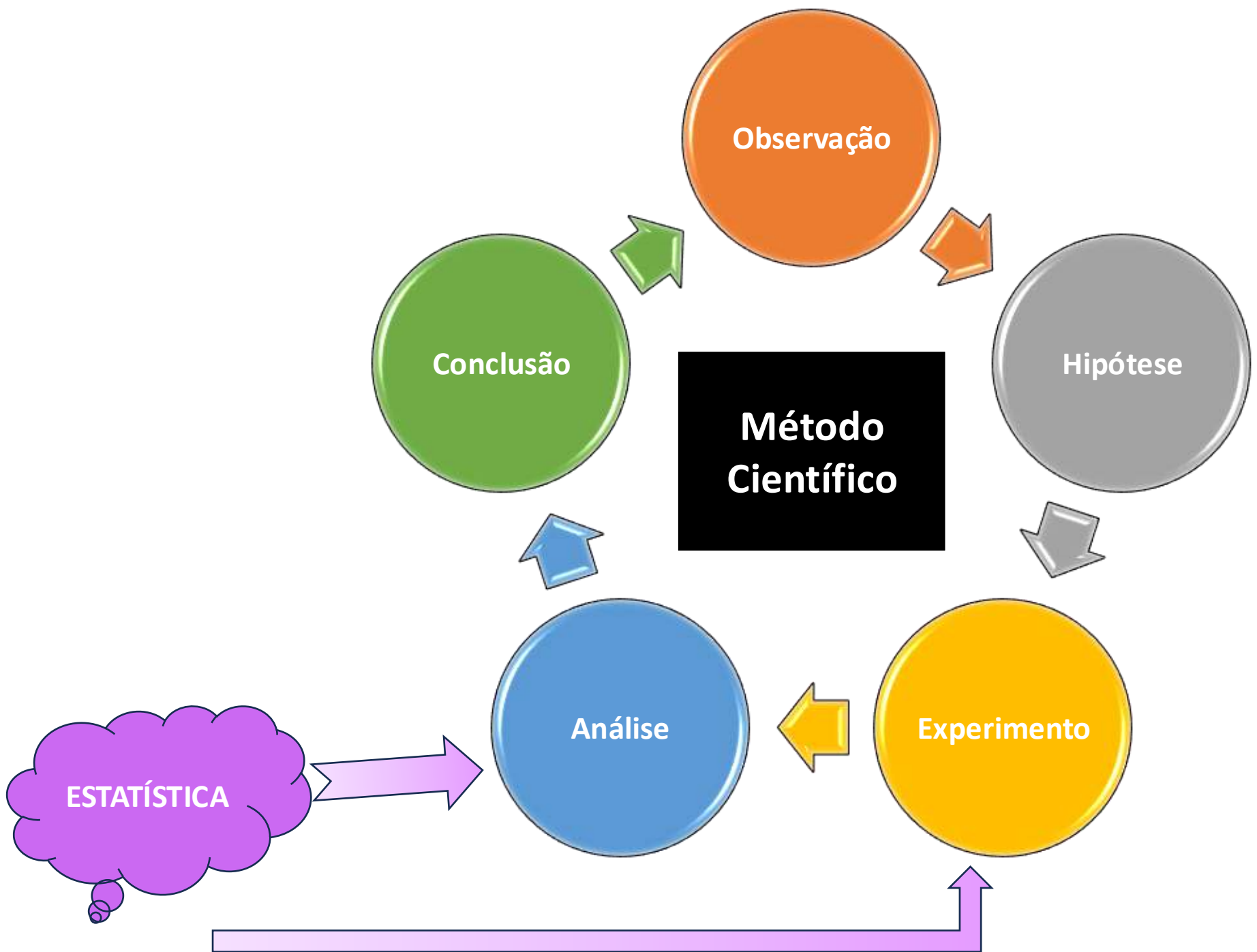
Francis Bacon

- Opõe-se ao *organon* aristotélico (Física)
- Defende o **método indutivo** como único para o desenvolvimento da ciência
 - “verdadeiro método de interpretação da Natureza”
 - Critica a dedução, típica da filosofia até então
- “Método científico”
- Propõe que a ciência (Filosofia Natural) deveria:
 - Coletar dados sem preconceitos (ideias pré-concebidas)
 - Observar fatos e buscar por padrões
 - Criar uma lei geral a partir destes dados

Hobbes

- Conhecimento começa fora de nós, pela ação causal de objetos sobre os órgãos dos sentidos, que continua então dentro de nós
 - Envolve também a *linguagem*
- Conhecimento como um processo que ocorre “no mundo”





E porque precisamos de dados?

Fazer previsões!

...E para isto precisamos construir modelos
estatísticos

Como sua vó imagina



Como realmente é

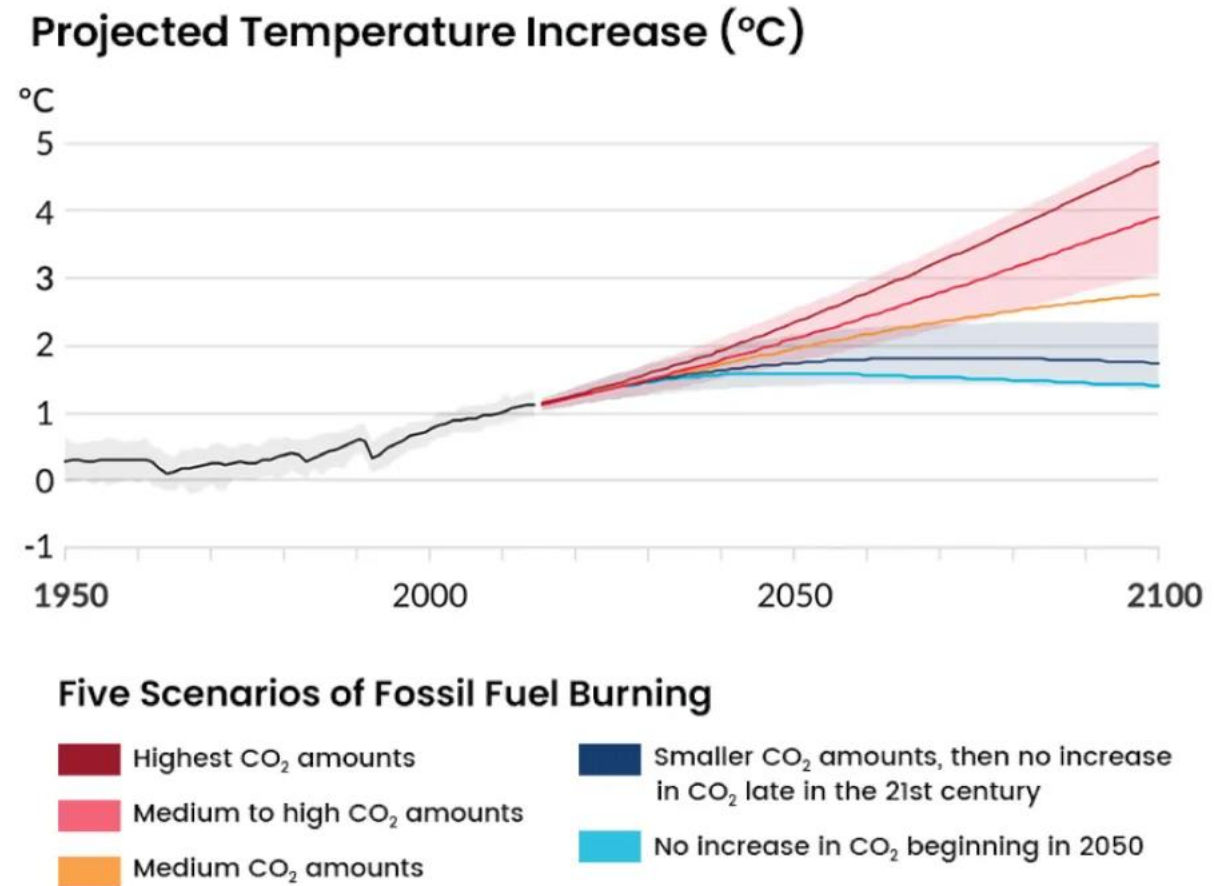
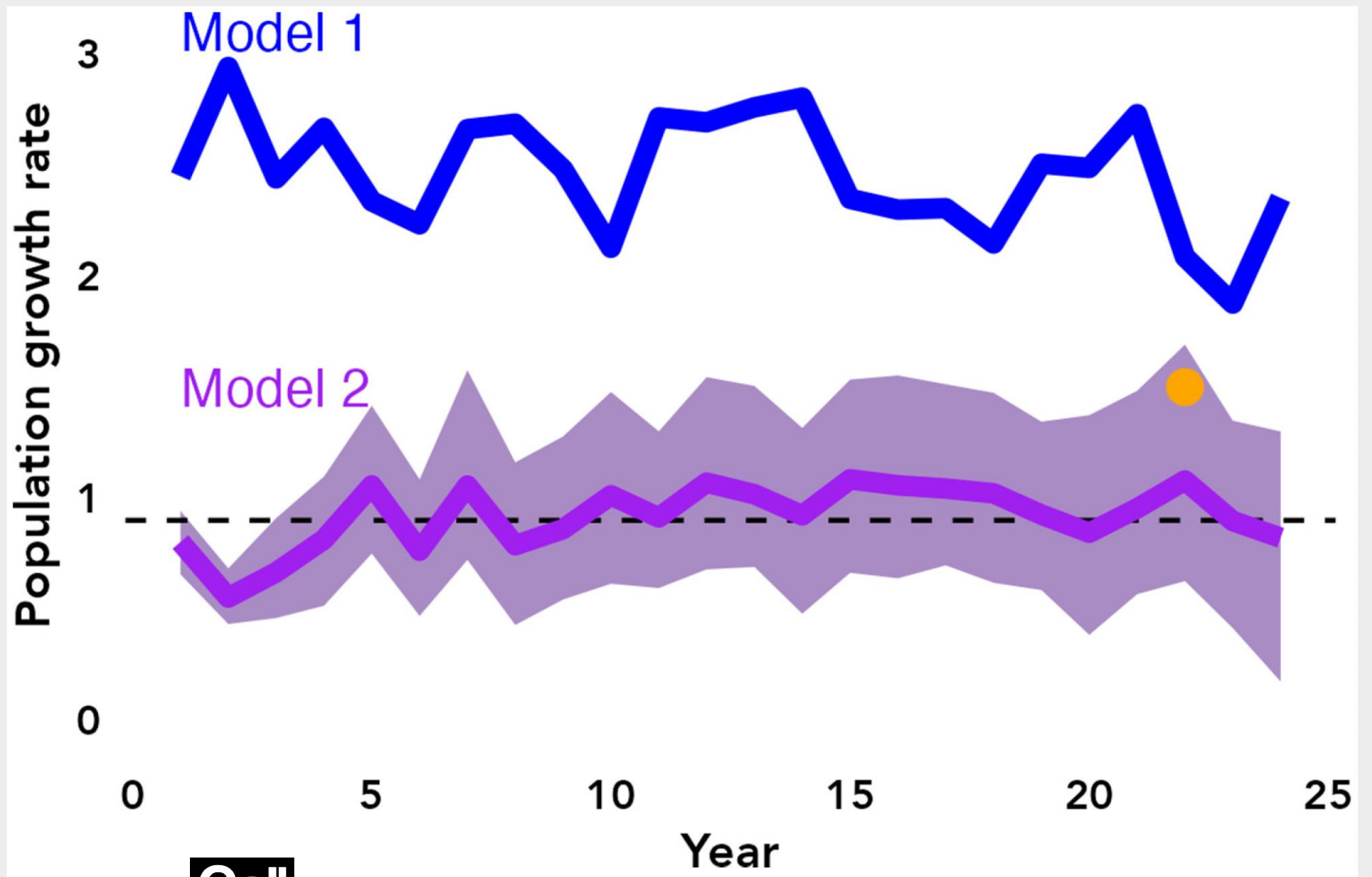


Figure 1



Não
incorpora
incerteza

Incorpora e
comunica
incerteza



Introdução

- Definição de estatística (área da ciência)
 - Conjunto de métodos/técnicas que auxiliam na tomada de decisão na presença de **incerteza**
- Áreas da estatística
 - Descritiva
 - Probabilidade
 - Inferencial

Descritiva



- Resume conjuntos de dados por meio de tabelas e/ou gráficos
- Análise exploratória de dados
- Medidas de tendência central e dispersão

- Realizar uma afirmação de uma população a partir de uma amostra
- Teste de Hipótese
- Estimar parâmetros
- Construir modelos
- Fazer previsões/previsões



Inferencial

Definições e conceitos

Parâmetro

Aspecto da população a ser estimado (letras gregas, ou maiúsculas)

Estatística

Aspecto da amostra (letras minúsculas latinas)

Estatística do teste

Número que mede um determinado padrão

Os símbolos mais comuns são dados na tabela a seguir.

Notação

Denominação	População	Amostra
Média	$\mu = E(X)$	$\bar{X} = \Sigma X_i/n$
Mediana	$Md = Q_2$	$md = q_2$
Variância	$\sigma^2 = \text{Var}(X)$	$S^2 = \Sigma (X_i - \bar{X})^2/(n - 1)$
Nº de elementos	N	n
Proporção	p	p^\wedge
Quantil	$Q(p)$	$q(p)$
Quartis	Q_1, Q_2, Q_3	q_1, q_2, q_3
Distância Interquartil	$d_Q = Q_3 - Q_1$	$d_Q = q_3 - q_1$
Função densidade	$f(x)$	histograma
Função de distribuição	$F(x)$	$F_e(x)$

Conceitos e definições

- População e amostra
 - População
 - Unidade amostral
 - Espaço amostral

População estatística

”conjunto de medidas sobre as
quais se quer fazer alguma inferência”

* Não confundir com população ecológica


Amostra

”subconjunto de observações que são passíveis de serem medidas na prática, cujas características serão utilizadas para fazermos conclusões sobre a população”



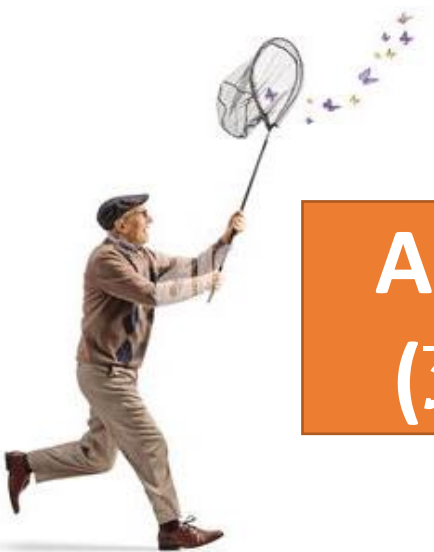


Espaço Amostral



“O conjunto de todos os resultados possíveis de um experimento aleatório”

**Processo de
Inferência**



**Amostra
(\bar{x} , s , ...)**

**População
(μ , σ , ...)**

A blue cloud-like shape contains several butterflies of various colors (orange, blue, black). This represents the population.

**Processo de
amostragem**

https://ellaudet.github.io/graphs/random_sampling.html



Variável

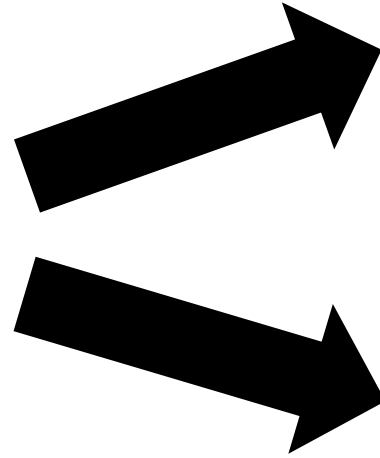
“Uma característica ou atributo que está sendo estudado e que pode assumir diferentes valores.”

Tipos de Variáveis

Quantitativas
(Numéricas)

Qualitativas
(categóricas)

Quantitativas
(Numéricas)



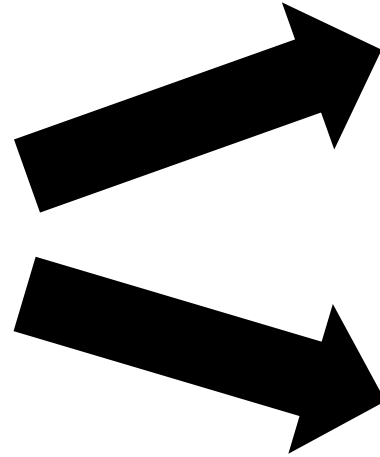
Discreta
(Contagem)

Números inteiros
Exemplos: Riqueza de espécie,
abundância, número de patos
numa lagoa

Contínua
(medidas)

Números "com vírgula"
Exemplos: área, densidade,
tamanho, **Altura**, etc

Quantitativas
(Numéricas)



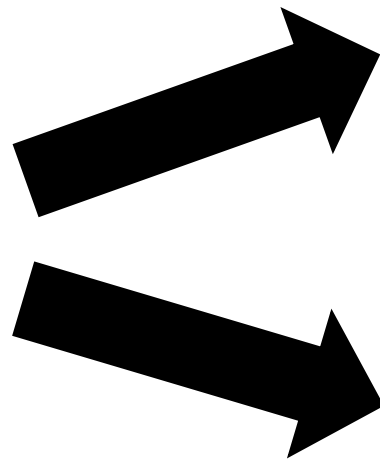
Discreta
(Contagem)

Números inteiros
Exemplos: Riqueza de espécie,
abundância, número de patos
numa lagoa

Contínua
(medidas)

Números "com vírgula"
Exemplos: área, densidade,
tamanho, **Altura**, etc

Qualitativas
(categóricas)



Nominal
(não têm ordem)

Gênero, grupo sanguíneo etc

Ordinal
(seguem ordem de
grandeza)

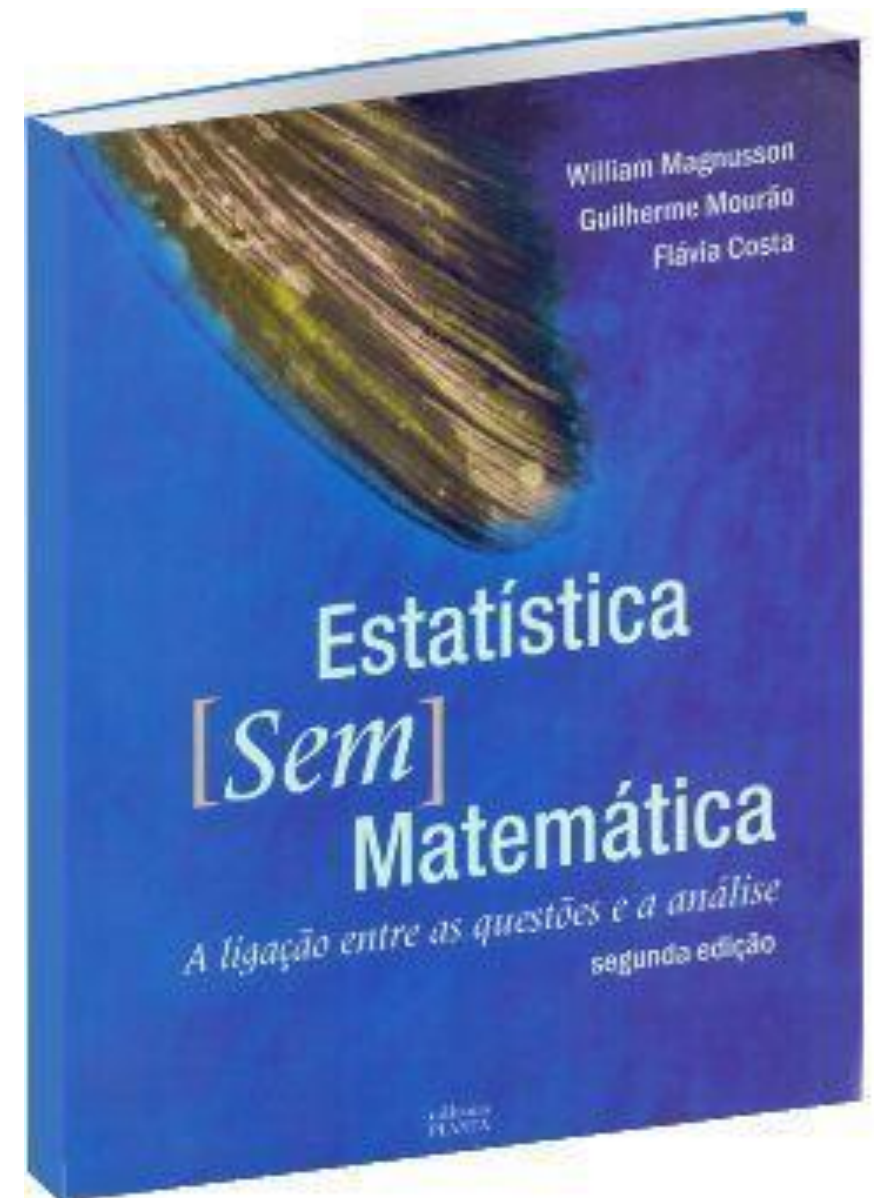
Qualidade: bom, mais ou
menos ruim
Altura: Alto, médio, baixo



Como a estatística
funciona na prática da
pesquisa biológica?

Qual será a filosofia da disciplina

- Aprender a pensar a lógica da estatística
- Enfatizar a pergunta e hipótese
- Sem se preocupar tanto com fórmulas e “escolha do teste”
 - Virá naturalmente
- Estatística é uma *ferramenta* para o(a) biólogo(a)



- Interpretação
- Novas ideias
- Comunicação

Conclusões



Problema

- Compreensão do sistema
- Definição do problema



Ciclo PPDAC

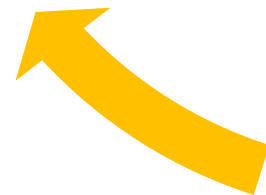


Análises

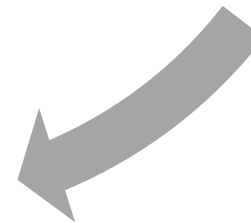
Plano

- Análises exploratórias
- Geração de hipóteses

- Desenho amostral
- Gerenciamento de dados
- Visualização



Dados



- Coleta de dados
- Gerenciamento de dados
- Limpeza

International Statistical Review (1999), 67, 3, 223-265. Printed in Mexico
© International Statistical Institute

Statistical Thinking in Empirical Enquiry

C.J. Wild and M. Pfannkuch

- Trazer de volta para biologia

Conclusões



Problema

- A luz afeta o crescimento de plantas?



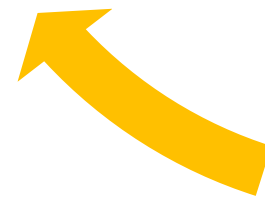
Análises



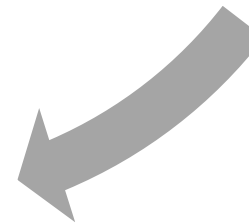
Plano

- Visualização
- Modelos estatísticos

- O que medir?
- Como medir?
- Protocolo de coleta de dados



Dados



- Coleta de dados em campo ou laboratório
- Organização em planilha

Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) College Report 2016

1. Teach statistical thinking.
 - Teach statistics as an investigative process of problem-solving and decision-making.
 - Give students experience with multivariable thinking.
2. Focus on conceptual understanding.
3. Integrate real data with a context and purpose.
4. Foster active learning.
5. Use technology to explore concepts and analyze data.
6. Use assessments to improve and evaluate student learning.



Consortium for the Advancement of Undergraduate Statistics Education



A Lógica da Estatística na Biologia

- **Enfatizar a Pergunta e a Hipótese:** A estatística começa com uma pergunta de pesquisa e uma hipótese a ser testada, e não com a escolha de uma fórmula ou teste.
- **Processo de Pesquisa:**
 - **Planejamento e Coleta de Dados:** Definir a representatividade da amostra, evitar vieses, coletar e armazenar os dados.
- **Análise:** Usar ferramentas estatísticas para processar os dados.
- **Interpretação:** Entender os resultados da análise.
- **Apresentação:** Comunicar os resultados de forma clara e concisa (gráficos, tabelas).

Como biólog@s usam estatística na prática?

- **Formulação da Pergunta e Hipótese:** Toda pesquisa começa com uma pergunta clara (ex: "Qual o efeito do aleitamento materno no peso de bebês de 6 meses?") e uma hipótese a ser testada.
- **Planejamento da Coleta de Dados:** Envolve determinar a amostra (deve ser representativa da população), o método de amostragem e a forma de coletar os dados, considerando potenciais vieses.
- **Coleta e Armazenamento dos Dados:** A execução da coleta e a organização dos dados, geralmente em planilhas eletrônicas.
- **Análise dos Dados:** Aplicação de métodos estatísticos apropriados (descritivos e inferenciais) para explorar, resumir e modelar os dados. Esta etapa muitas vezes envolve o uso de softwares.
- **Interpretação dos Resultados:** Compreensão do que os números e gráficos revelam em relação à pergunta de pesquisa e hipótese original.
- **Apresentação dos Resultados:** Comunicação das conclusões por meio de tabelas, gráficos e texto, de forma clara e eficaz, para públicos científicos e não científicos.



Atividade prática 1 – 20 min

- Adivinhação de idade de pessoas (fotografias)
- Formem grupos de no máximo 3 pessoas
- Cada grupo vai estimar a idade da pessoa de cada foto mostrada
- Façam uma tabela como o modelo

Foto	Idade estimada	Idade real	Erro
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Atividade prática 1

- Cada grupo compartilha a idade estimada de cada foto