

# Introdução à Pesquisa em Informática

# O Processo de Pesquisa Científica



**PUC Minas**

Instituto de Ciências Exatas  
e Informática

**Lesandro Ponciano**

Departamento de Engenharia de Software  
e Sistemas de Informação (DES)

# Pesquisa Científica

A pesquisa científica é um processo sistemático de coleta, análise e interpretação de informação (dados) no sentido de aumentar nosso conhecimento de um fenômeno

# Características da Pesquisa Científica

## ● Problema

- A pesquisa inicia com um **problema**
- Resolver o problema? Estudar o problema? Caracterizar melhor o problema? "*Research question*"!

## ● Objetivo

- A pesquisa requer um **objetivo** claro
- Qual é a meta?

## ● Plano/Método

- Pesquisa requer um **plano/método**
- Como atingir o objetivo?

## ● Subproblemas

- A pesquisa quebra um problema grande em **subproblemas**

# Exemplo de Pesquisa Científica

## ● Problema

- Estudantes que programam todos os dias se tornam melhores programadores ao término do curso de Engenharia de Software do que estudantes que programam apenas uma vez por semana?

## ● Objetivo

- Comparar a qualidade do código produzido por concluintes que programaram diariamente ao longo do curso com os que programaram semanalmente.

## ● Plano

- Escolha de hipóteses; design de experimento; execução e coleta de dados; análise de dados

## ● Subproblemas

- Se houver muitas hipóteses, cada uma é um subproblema

# Inferências pelo Método Científico

- Inferência é o processo de se chegar a conclusões a partir de premissas
- Tipos de inferência (ou de raciocínio)
  - Inferência dedutiva
  - Inferência indutiva
  - Inferência abdutiva
- Todos esses tipos de inferência são utilizados no método científico

# Raciocínio Dedutivo

1. Inicia com premissas que são dadas como verdadeiras
2. Deriva uma conclusão como consequência lógica das premissas
3. A veracidade da conclusão é garantida se as premissas forem verdadeiras

## Exemplo

- Tulipas são plantas (premissa 1)
- Plantas produzem energia com fotossíntese (premissa 2)
- Então tulipas produzem energia com fotossíntese (conclusão)

# Raciocínio Indutivo

1. Inicia com várias observações, que são experiências sensoriais
  2. Usam-se instâncias ou ocorrências específicas para chegar a conclusões sobre classes de objetos ou eventos
    - De alguns dados para conclusões genéricas
- Sempre requer evidência empírica
  - A experiência dá suporte à conclusão mas não há garantia de sua veracidade

# Exemplo de Raciocínio Indutivo

1. Você vê o sol se levantando pela primeira vez uma certa manhã
2. Você vê o sol se levantando novamente no dia seguinte
3. No terceiro dia, você vê a mesma coisa
4. Você formula uma hipótese: "O sol se levanta todas as manhãs"
5. O que vai acontecer no quarto dia?
  - Você tem **certeza**? :(



# Raciocínio Abduativo

- Como a indução pode ser um método lento, usa-se às vezes o “chute” para acelerar as coisas
  - Isto é Raciocínio Abduativo
- Exemplo:
  - Se chover, a grama está molhada. Se a grama está molhada, então deve ter chovido.
  - Isso está formalmente errado pois estamos concluindo a partir do consequente (Se P então Q; Q, então P)
- Apesar de estruturalmente errado, às vezes o “chute” leva análises interessantes

# Por que o método importa?

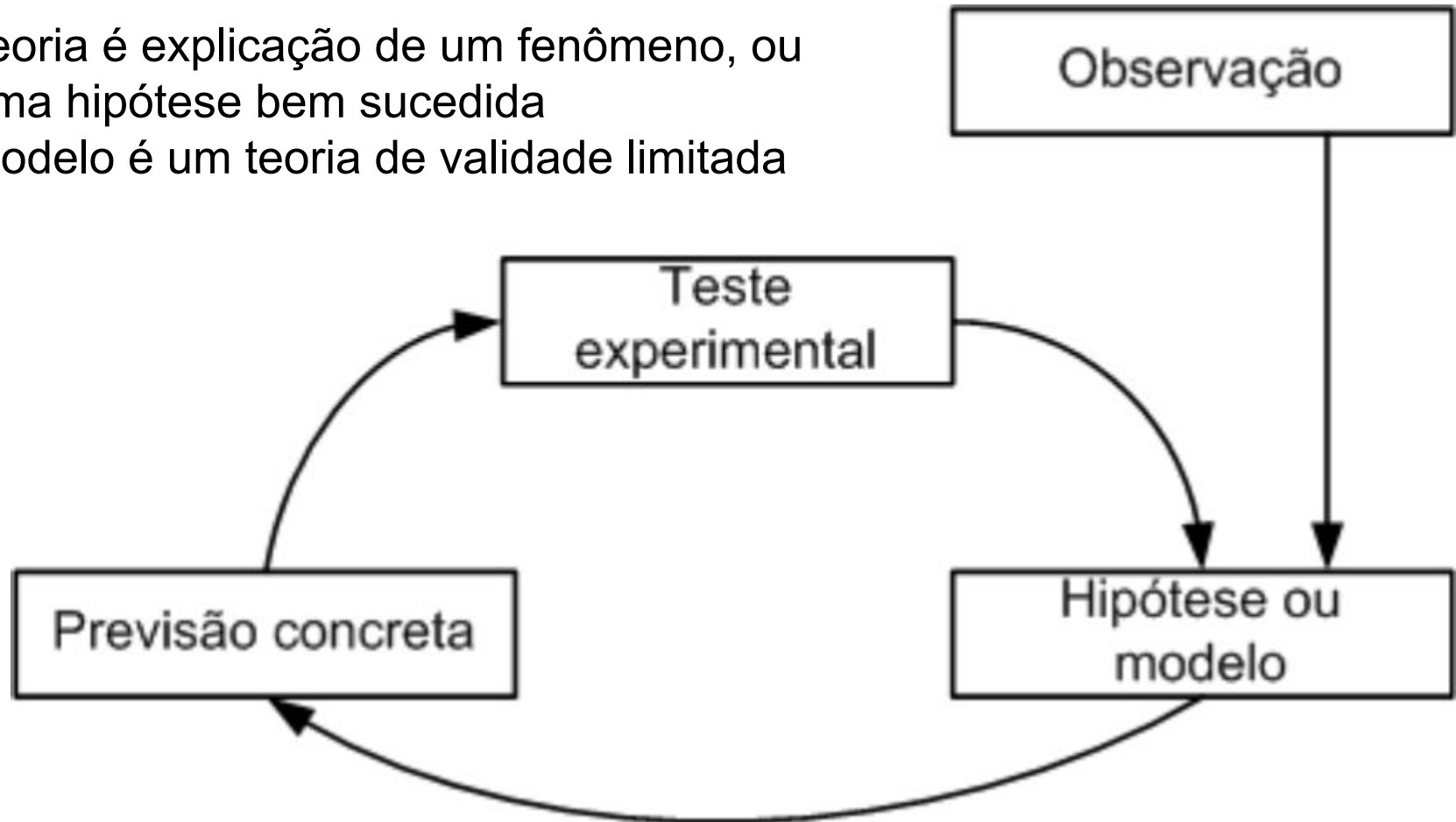
- Como posso acreditar em alguma afirmação?
  - Pela autoridade de uma pessoa, de um grupo?
  - Pela autoridade de um livro sagrado?
  - Pelo senso comum?
  - Pelo processo democrático? (vote!)
- Precisamos de algo melhor, que permita
  - Minimizar o viés do pesquisador
  - Admitir e corrigir erros (não há nada indiscutível)
  - Permitir verificação por terceiros de conhecimento

# O Método Científico

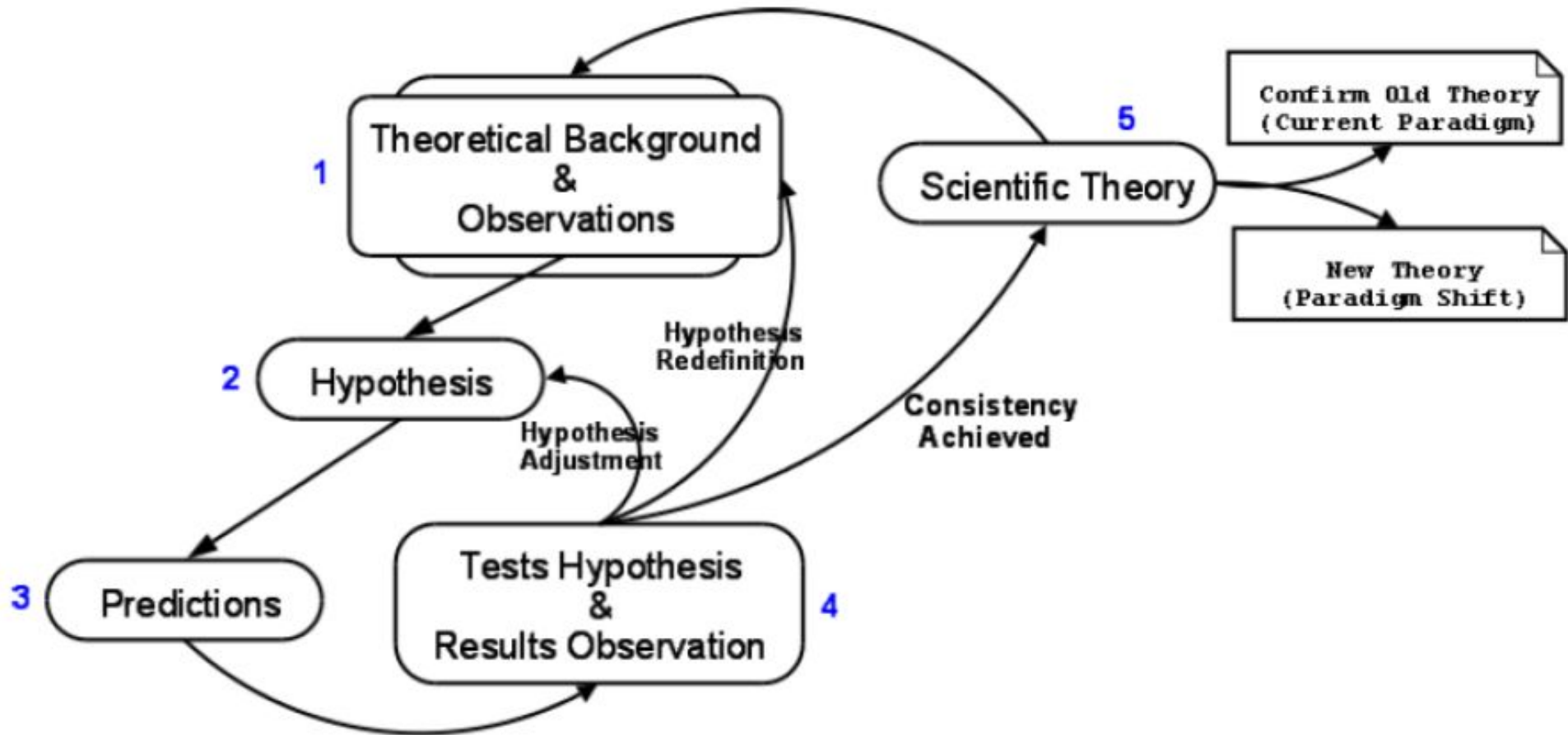
- O método científico é um método pelo qual novo **conhecimento** é obtido a partir de **observações**
- As observações ...
  - levam a uma sequência de **hipóteses** que ...
  - permitem fazer **predições** que ...
  - podem ser **verificadas experimentalmente**, ...
  - **refutando** ou não as hipóteses
  - As hipóteses bem sucedidas levam a **teorias**
  - as quais podem um dia ser **refutadas**

# Método Científico (Simplificado)

- Teoria é explicação de um fenômeno, ou uma hipótese bem sucedida
- Modelo é um teoria de validade limitada



# Método Científico (Detalhado)



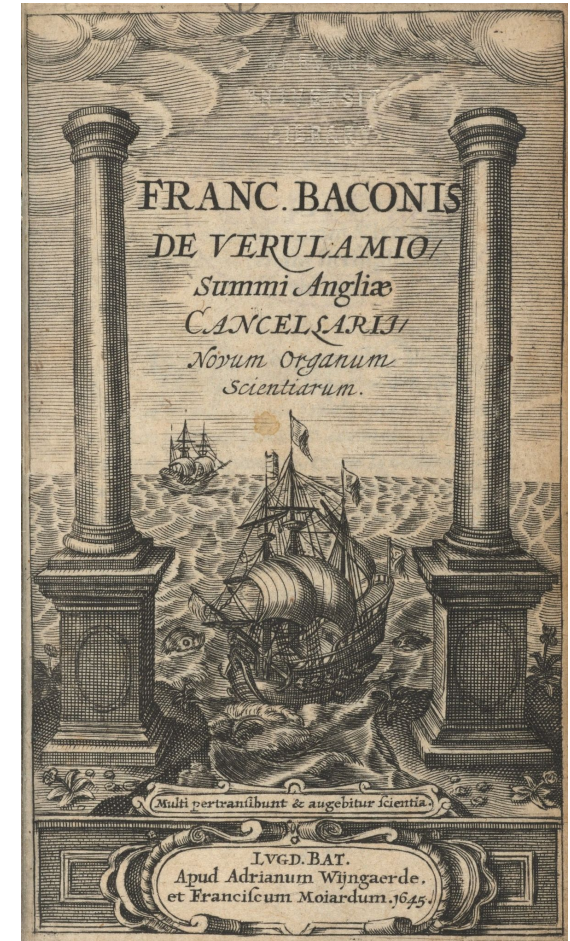
# Características Importantes

- Hipóteses devem ser **testáveis**
- Teorias podem ser **refutadas por experimentos**
  - Isso diferencia a ciência daquilo que é apenas crença
- Teorias não são "ideias sem comprovação"
- Experimentos podem ser **reproduzidos** por outros para verificar resultados
  - Isso mantém os pesquisadores honestos e permite uma sólida apropriação e evolução do conhecimento científico

# **Inferência e o método científico (Bacon, Descartes, Popper, Khun)**

# O Método: Francis Bacon (1561-1626)

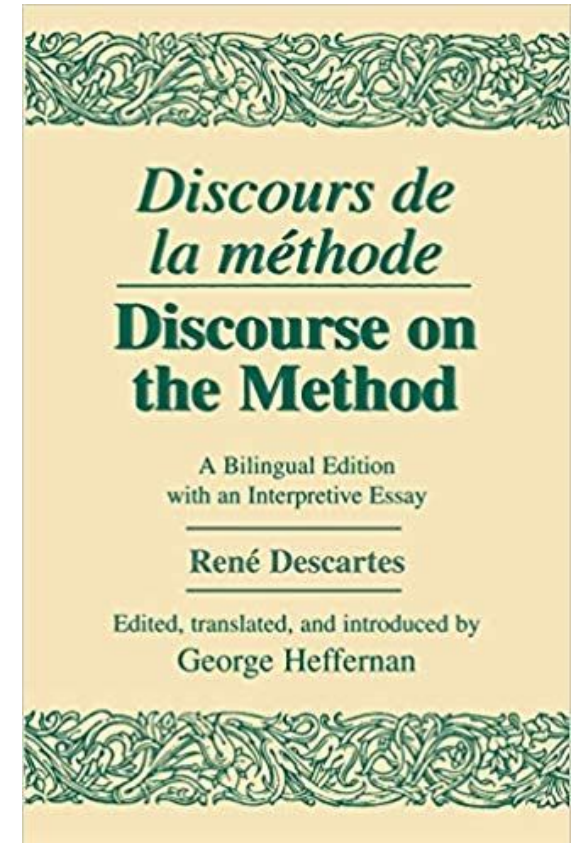
- Escreveu “*Novum Organum*”
  - “Novo Método” ou “Novo Instrumento”
  - Resposta ao “Organon” de Aristóteles sobre lógica e silogismo (inferência)
- A proposta de Bacon
  - Enquanto no silogismo busca-se conclusão *certa* a partir de premissas
  - O método baconiano é **indutivo** parte de observações e formula conclusões genéricas *tentativas*
    - As conclusões iniciais podem estar erradas
    - A “verdade” vem de erros
  - Requer um procedimento planejado para investigar fenômenos naturais





# A Análise: René Descartes (1596-1650)

- Escreveu “Discurso sobre o Método”
- Quatro preceitos (regras de proceder)
  1. Duvide de tudo
    - Exceto: “Cogito, ergo sum”
    - Portanto, analise sem noção preconcebida
    - Só aceita aquilo de que tem *certeza*
  2. Divida as dificuldades em partes menores (análise)
  3. Inicia com objetos mais simples e chega, passo a passo, a idéias mais complexas
  4. A cada passo, enumere tudo de forma a ter certeza de que não esqueceu nada



# A Falseabilidade: Karl Popper (1902-1994)

- Insatisfação com inducionismo
  - Fatos estão sendo usados para explicar qualquer conjunto de fatos
- Introduziu o conceito de **Falseabilidade**
  - Nenhum número de experimentos positivos pode provar uma teoria
  - Tem que haver fatos que levem a declarar a teoria falsa
  - Uma teoria pode ser refutada se um experimento resultar em “falso”
  - Popper: Algo só é científico se pode ser falseado

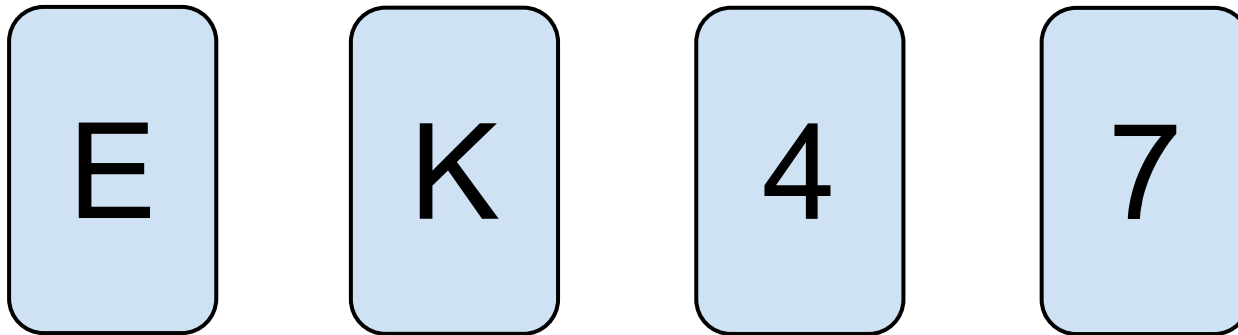


# Falseabilidade - Exemplos

- Uma teoria só pode existir se houver algum experimento possível que, sendo realizado e dando errado, provará que a teoria está errada
- Exemplo: Crítica à “teoria” de multi-universos
  - Não há experimentos possíveis (até agora) para a teoria, então ela não merece sequer ser chamada de “teoria” ou mesmo de “hipótese”

## Exemplo: "*Wason card puzzle*"

- Cada carta tem um número numa face e uma letra na outra
- Qual é o número mínimo de cartas que devemos virar para verificar a regra: "cartas com vogal de um lado têm número par do outro"?



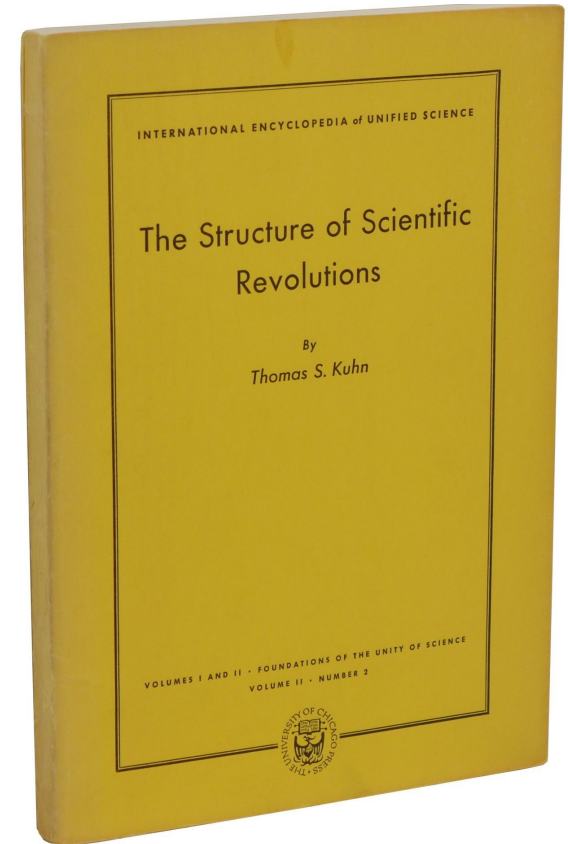
# Resposta para o "*Wason card puzzle*"

- A regra é do tipo "se p então q"
- Você deve testar a teoria tentando falseá-la, não tentando confirmá-la
- O falseamento significa testar "se p então não-q"
  - p (vogal) só ocorre com E
  - não-q (ímpar) só ocorre com 7
- Testar a carta 4 não adianta pois, se houver uma consoante do outro lado, isso não invalida a regra, que nada diz sobre consoantes
- Deve-se virar duas cartas: E e 7

# A Mudança de Paradigma: Thomas Khun

## (1922-1996)

- Escreveu o livro *The Structure of Scientific Revolutions*
- A ciência não avança com acumulação linear de novo conhecimento
- Há avanços revolucionários (*paradigm shifts*) com transformação abrupta
  - Frequentemente não são baseados em observação
  - Ex.: Einstein usou “thought experiments”
  - Ex.: Dirac previu a anti-matéria apenas através de equações, sem dicas experimentais prévias



# Três Estágios do Avanço Científico

- **Pré-ciência**

- não há paradigma central

- **Ciência normal**

- resolve problemas dentro de um paradigma central.
- Se não conseguir, não é o paradigma que está errado mas o cientista que errou

- **Ciência revolucionária**

- quando muitas anomalias já ocorreram, uma crise ocorre e um novo paradigma aparece para substituir o antigo

# Referências

ARAÚJO, M. A. et al. Métodos estatísticos aplicados em engenharia de software experimental. XXI SBBD-XX SBES, 2006.

FIELD, Andy; HOLE, Graham. How to design and report experiments. Sage, 2002.

KUHN, Thomas S. The structure of scientific revolutions. University of Chicago press, 2012.

MALHOTRA, Ruchika. Empirical research in software engineering: concepts, analysis, and applications. CRC Press, 2016.

Esta aula é muito baseada nas notas de aula dos professores Jacques Philippe Sauvé da UFCG e Virgílio Almeida da UFMG, aos quais agradeço.