

PCC3110

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.

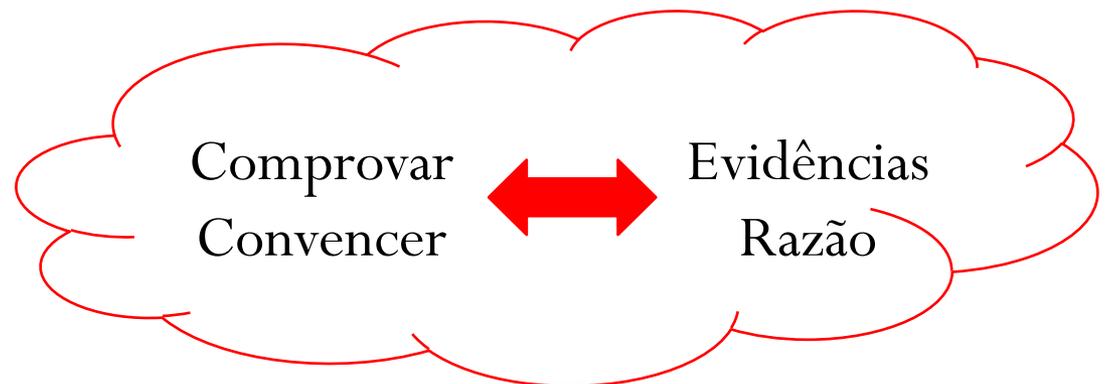
Descrever, refletir, comparar, deduzir, explicar o porque.

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**.
- Consequentemente, 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 / Experimentar

Perceber, coletar dados sobre o fenômeno, produto ou processo

Quais as etapas?

Sintetizar/ Modelar

Sintetizar e representar os conhecimentos obtidos



Experimentar / Testar

Testar e comprovar a pressuposição



Formular Hipótese / Problema

Fazer uma pressuposição sobre o fenômeno, produto ou processo



Analisar

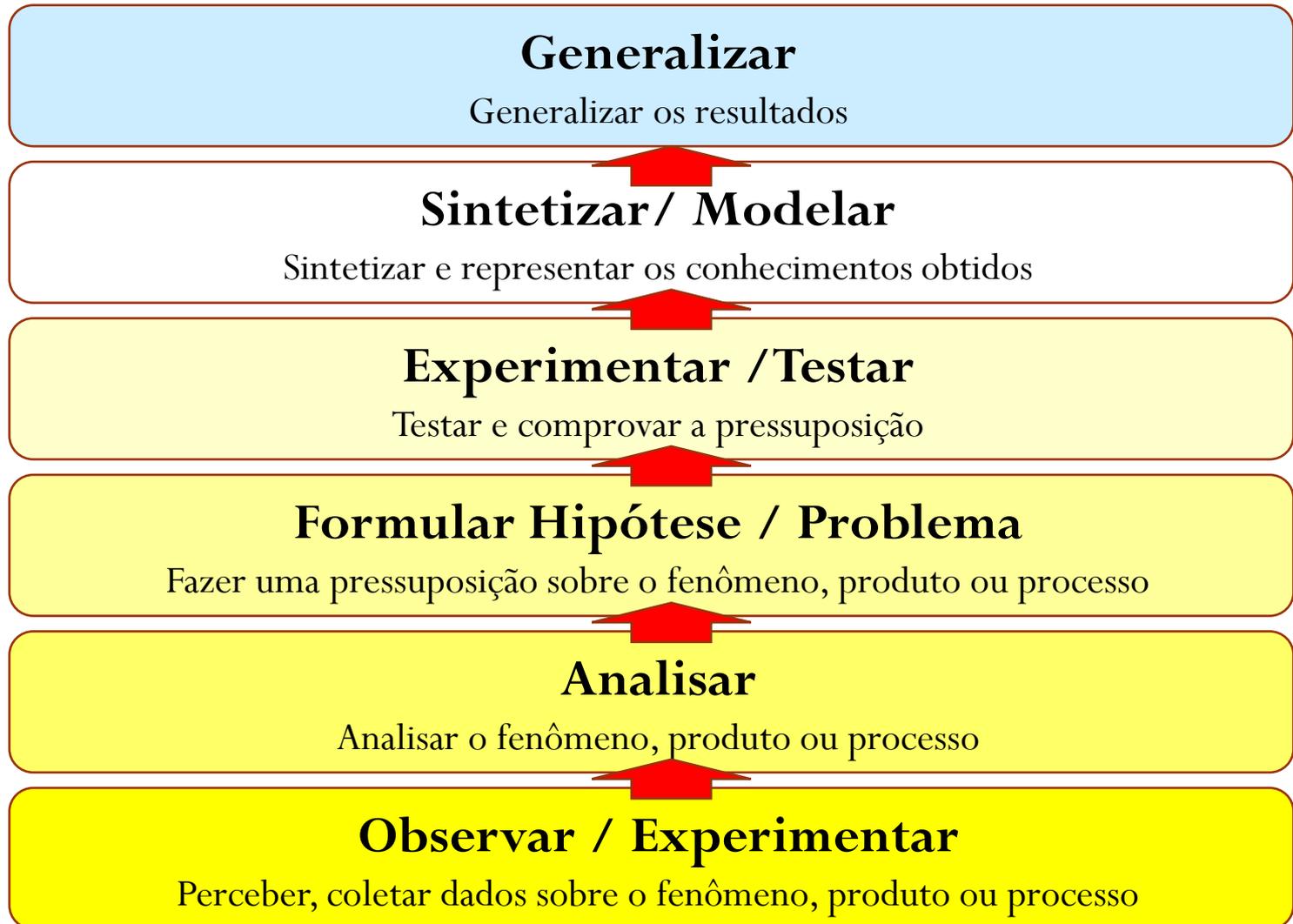
Analisar o fenômeno, produto ou processo



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

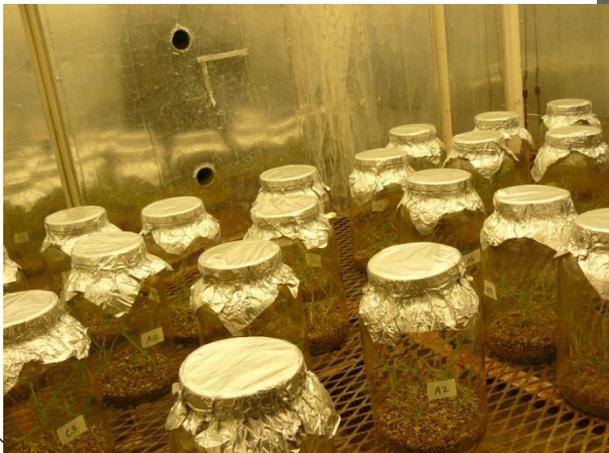
Experimentação em laboratório

- 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.

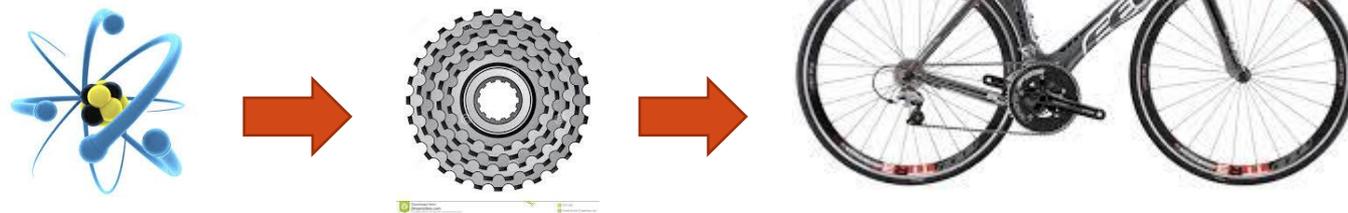
Relação de Métodos Científicos Clássicos

- 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,



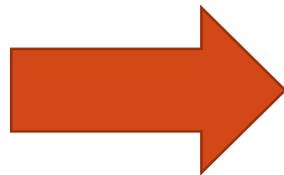
Método Indutivo: exemplo

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

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

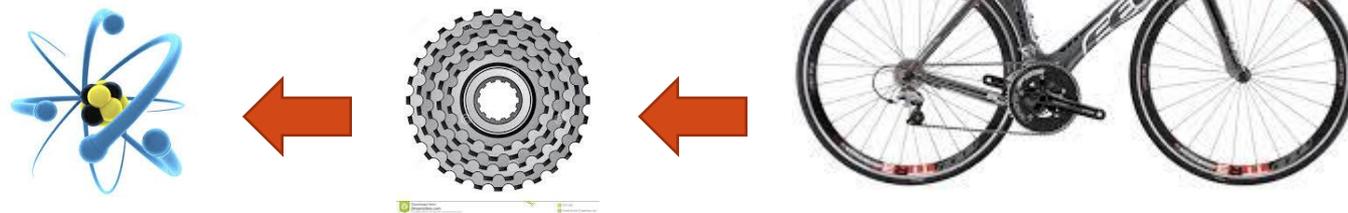
Testar as hipóteses, obter novos dados e novas evidências que as confirmem

Generalizar

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

Método 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



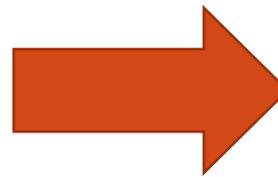
C



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

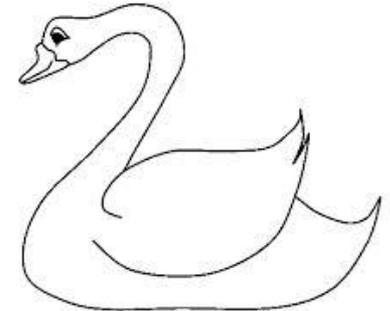
- Karl Popper (1993): solução para o problema da indução:
Assimetria lógica entre verificação e falseamento

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

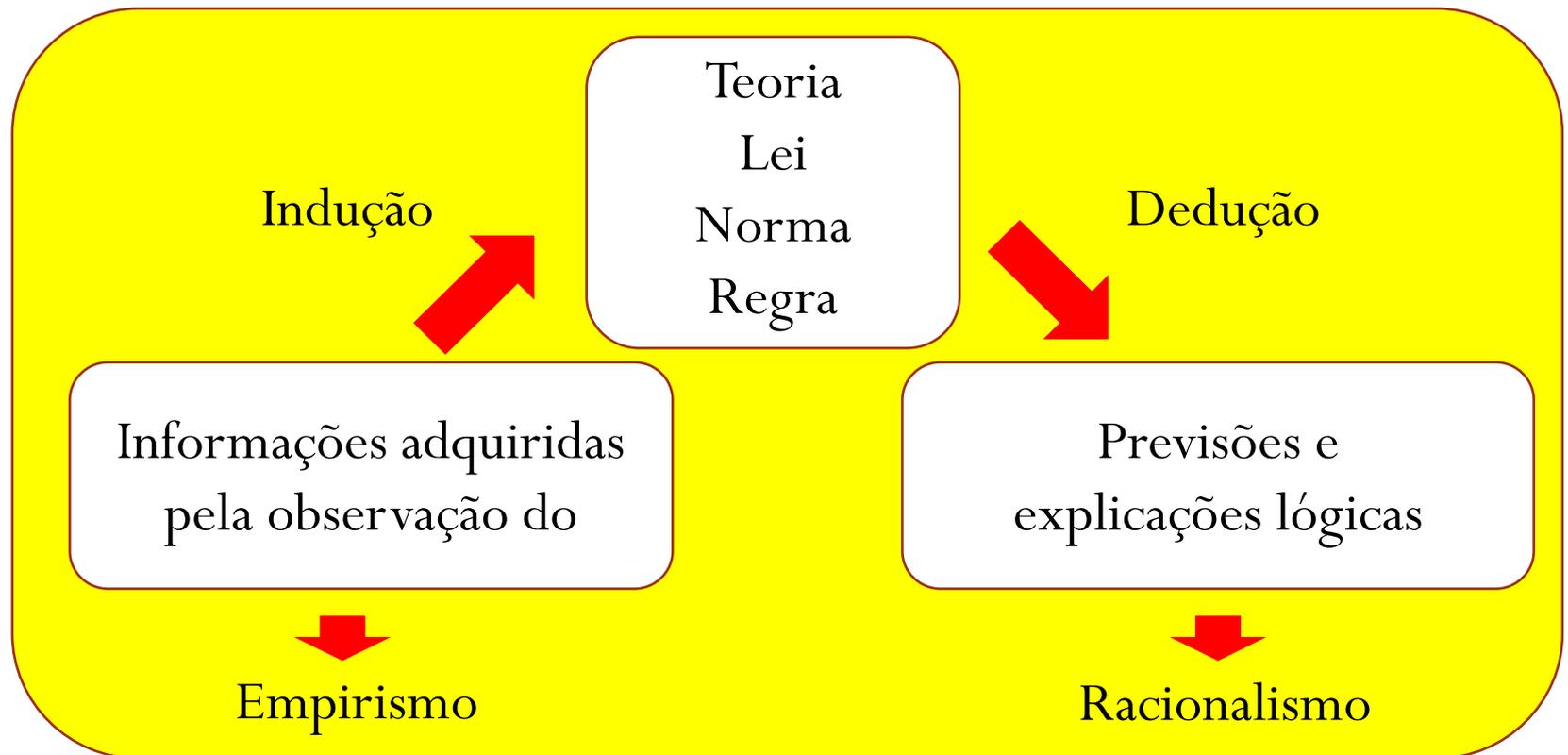
- **Evolução das teorias científicas**

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			

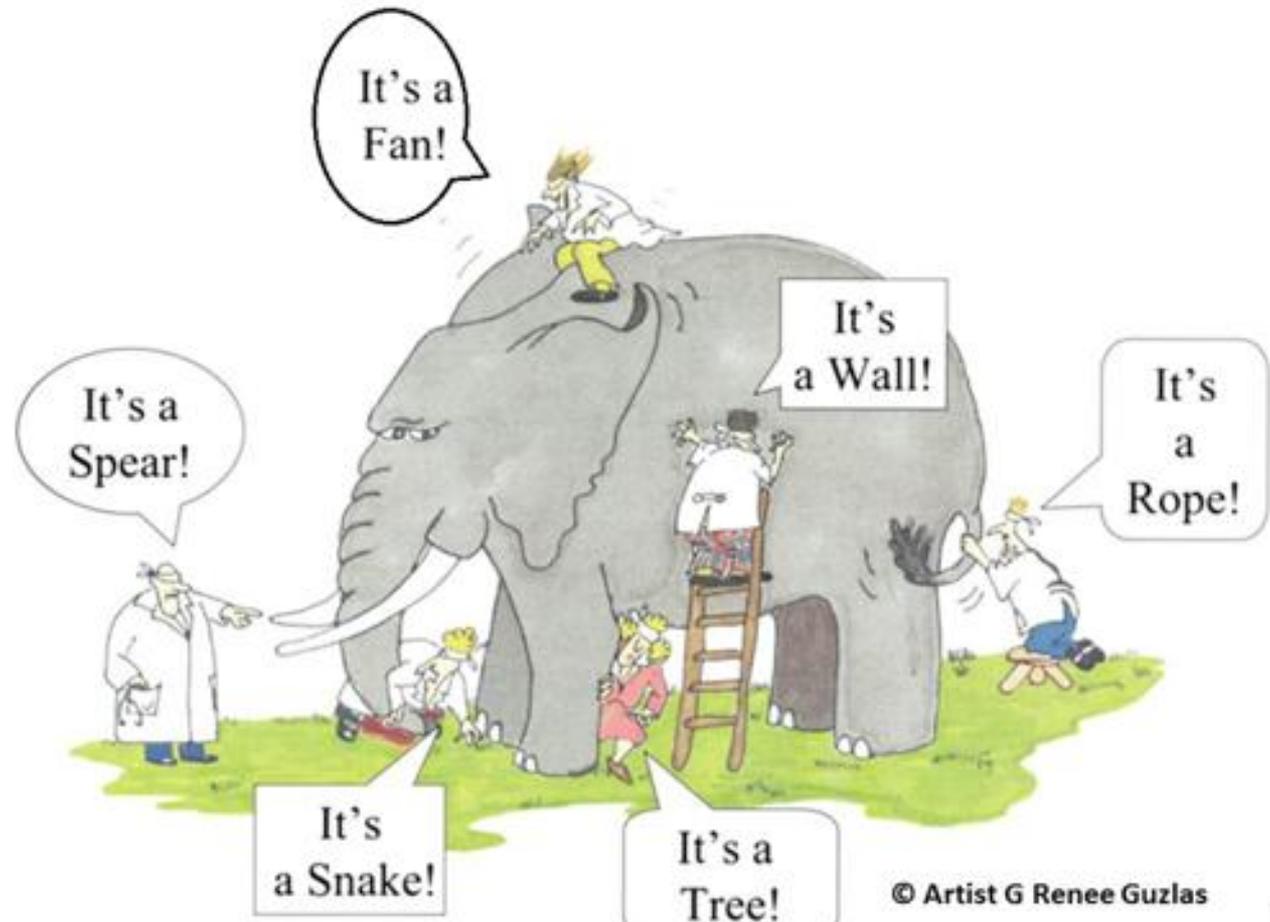
Método Dialético

- 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:

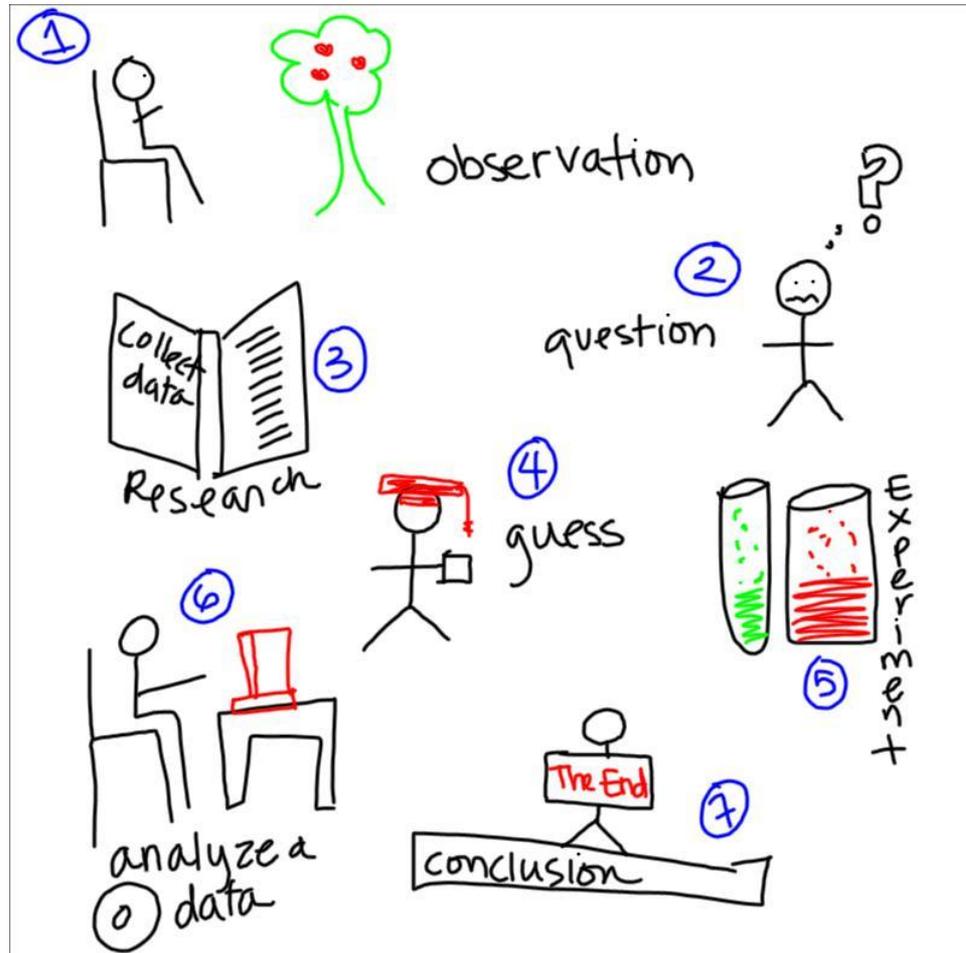
- Imagem x pixel



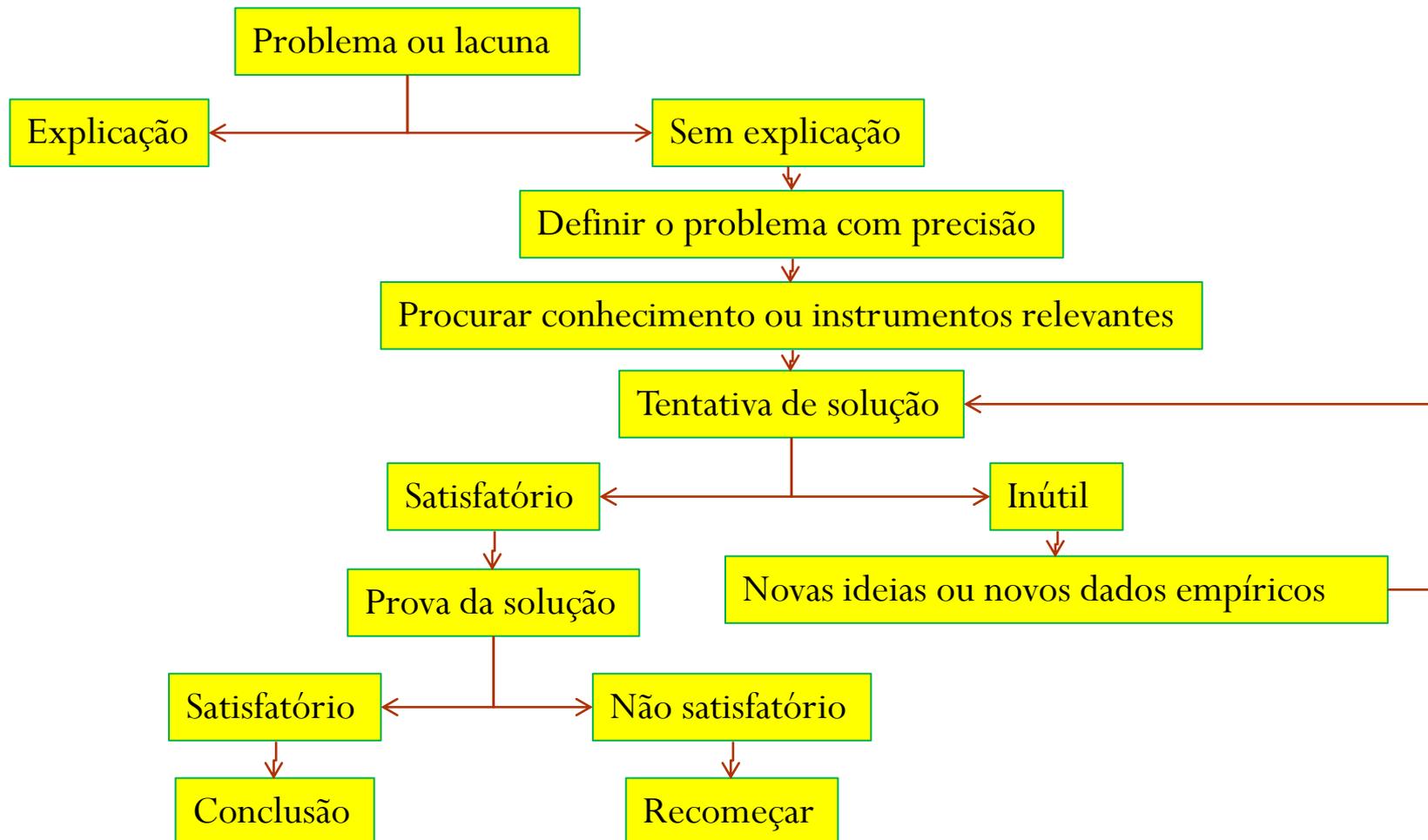
— Visão global, sistêmica!

Medicina

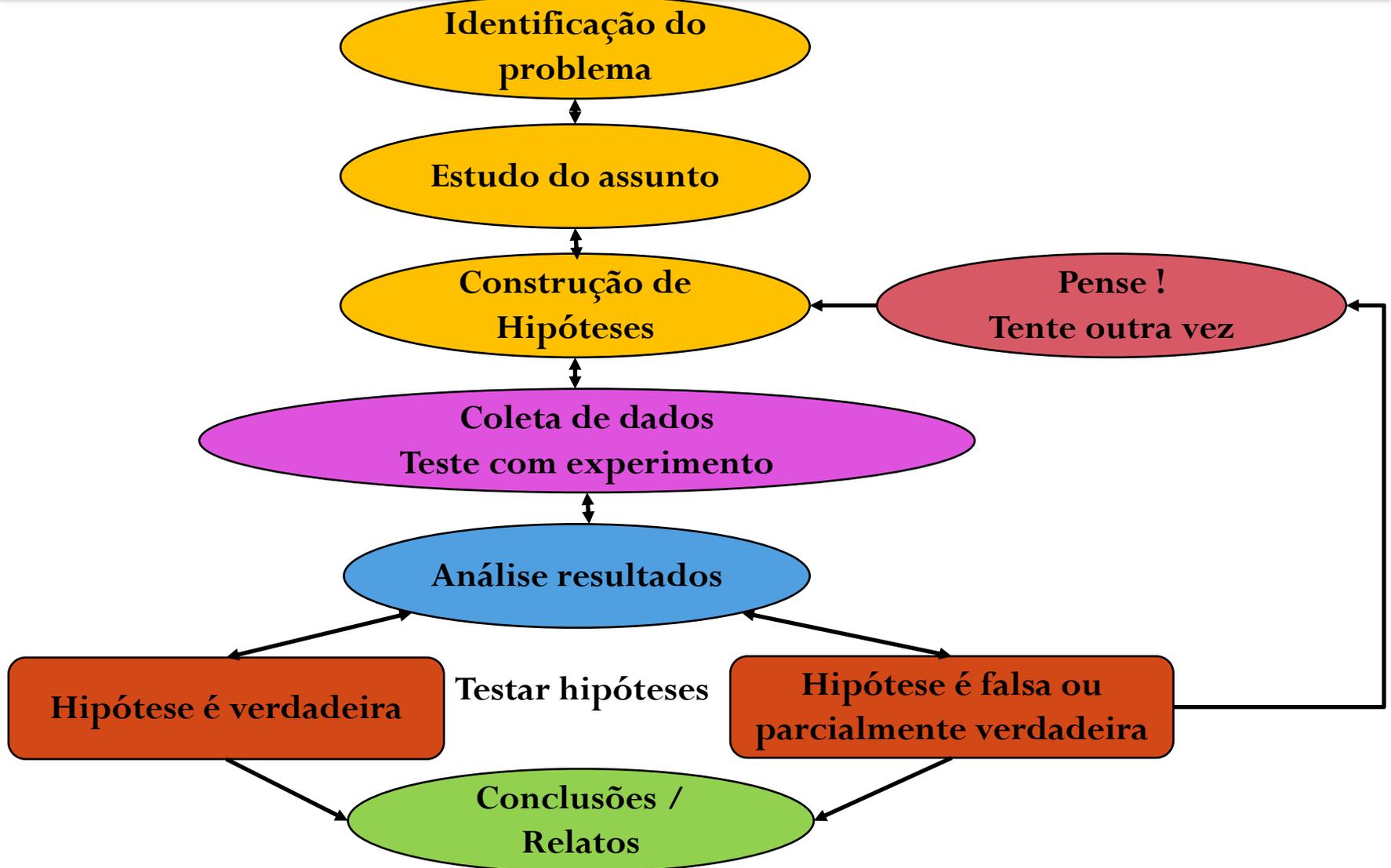
Método na área tecnológica



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
- 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

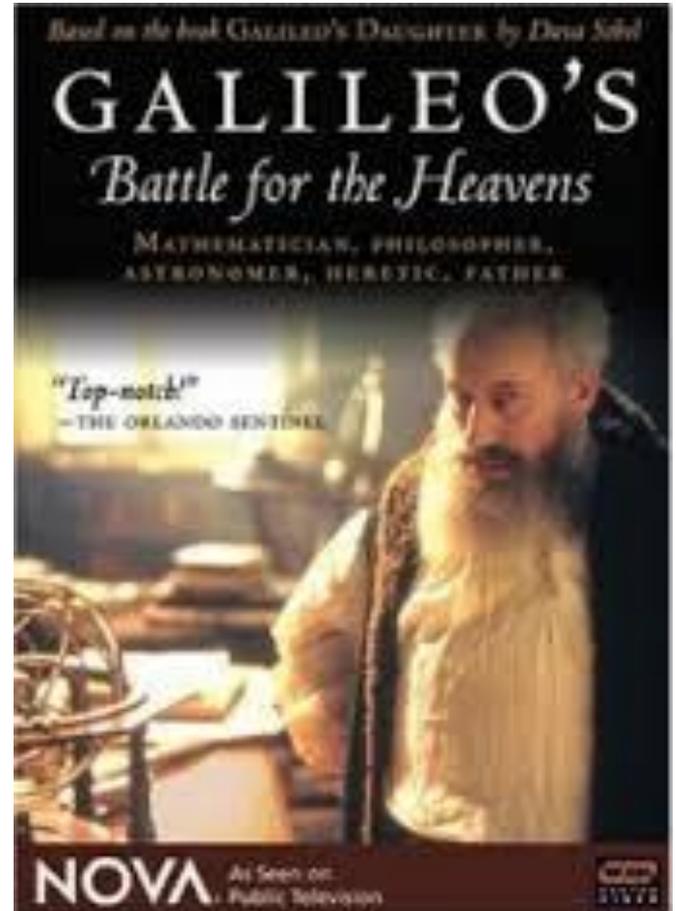
- Galileu

A Batalha Pelo Céu

Documentário sobre o cientista

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

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



PCC-3110 Atividades em grupo

- Fazer uma pesquisa seguindo o fluxograma geral da metodologia
 - Definir um tema adequada.
 - Formular pergunta.
 - Levantar os dados.
 - Responder a pergunta.
- Etapa 1 (Aula 02 - 10/08): em sala realizar :
 - Identificação do problema (5 min)
 - Estudo e discussão sobre o assunto (20 min)
- Etapa 2 (Aula 03 - 17/08): em sala realizar :
 - Construir hipótese (15 min)
- Etapa 3 (Aula 04 - 24/08): em sala realizar :
 - Planejar teste: método e fonte de dados(15 min)
- Etapa 4 (27/08 – 14/09): em casa realizar :
 - Coleta de dados
 - Tratamento e análise de dados
 - Testes e conclusões
- Etapa 5 (Aula 5 – 14/09): em sala:
 - Apresentação da pesquisa

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-3110 Tarefa de casa

- Atividade em grupo.
- Pré-selecionar alguns tópicos dentro das áreas de atuação, por escolha voluntária ou por sorteio, fazer pesquisa e apresentar sobre a evolução. Exemplo: concreto, tecnologia construtiva, etc.
- LC02: Descrever a evolução histórica do tópico escolhido, com análise crítica:
 - Fazer texto (Maximo 2 paginas A4)
 - Preparar uma apresentação de 5 minutos (Maximo de 5 transparências)