

PCC103 Metodologia de Pesquisa em Ciência da Computação 2025/2

O Método Científico

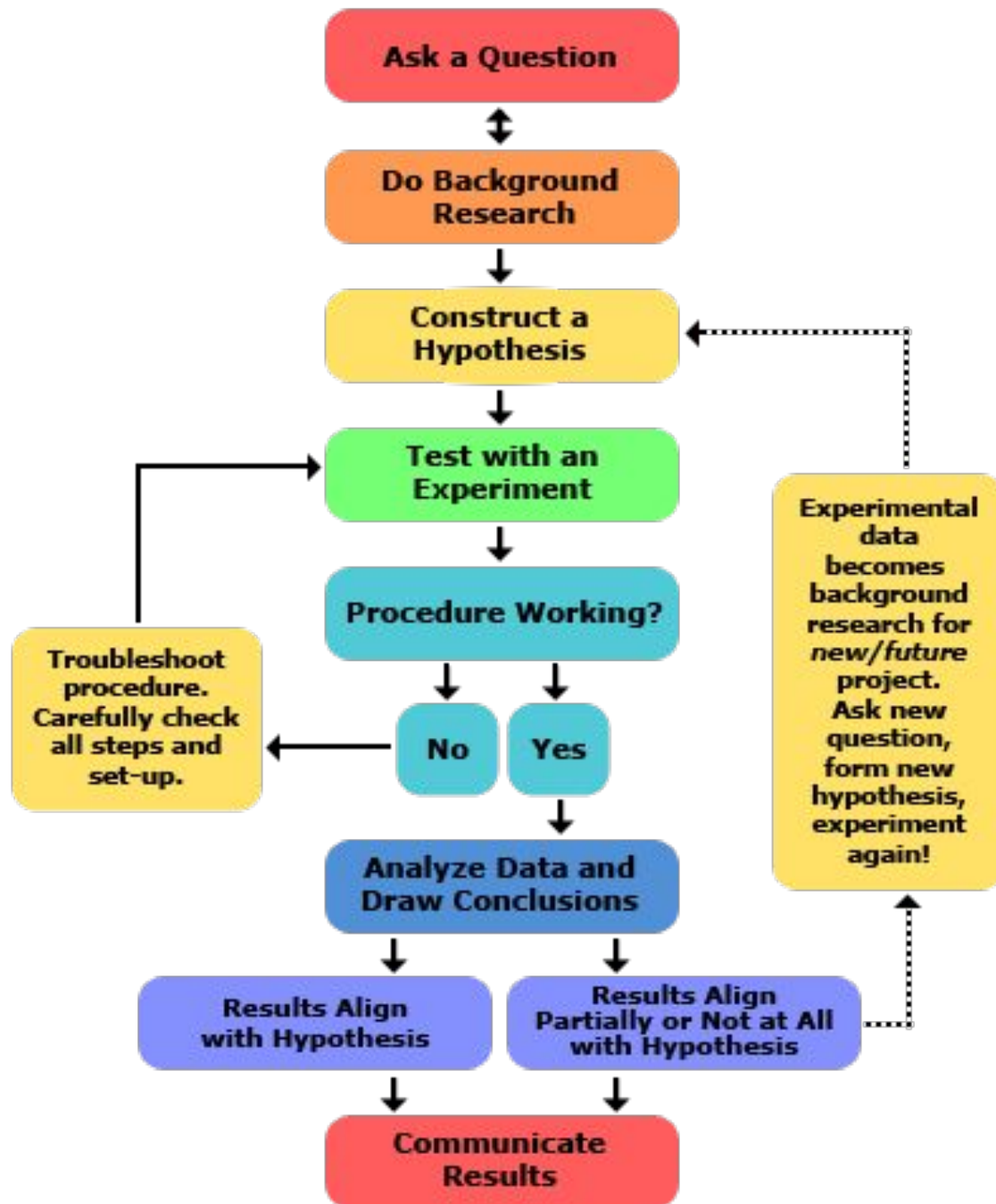


UFOP

Vander Luis de Souza Freitas
vander.freitas@ufop.edu.br



O Método Científico



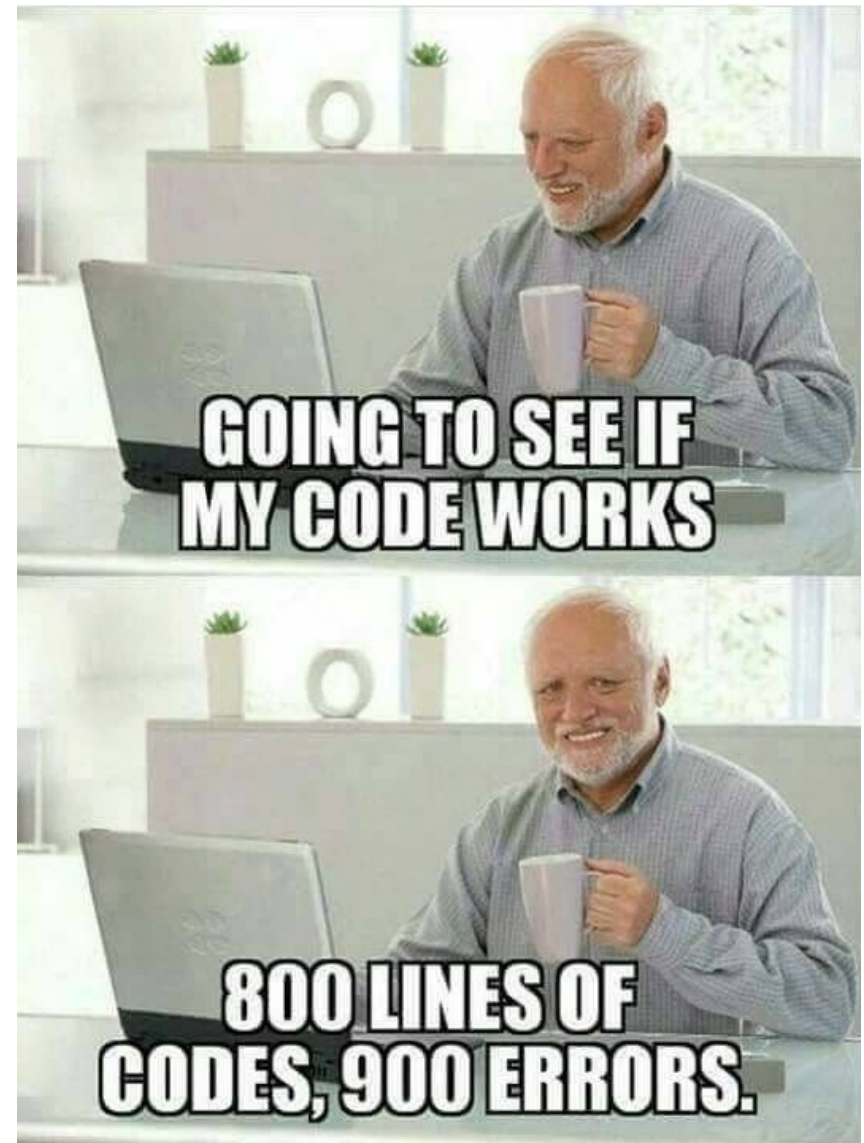
Fonte: created by Amy Cowen for Science Buddies / Science Buddies
Link:
<https://www.sciencebuddies.org/image-credit?id=5084>

Senta que lá vem história...

1. Uma aluna aplicou um questionário a cinco pessoas. Três responderam “sim” e duas “não”. Ela concluiu que havia uma tendência ao “sim” (60%). Que valor tem essa conclusão? Ela poderia vender esses resultados para pesquisas eleitorais, com base em cinco entrevistas?
2. Outro grupo usou um software educacional, e outro não. O primeiro grupo teve melhor desempenho em uma avaliação. O que isso prova?
 - a. O software melhorou o aprendizado?
 - b. Ou os alunos que usaram o software estudaram mais por medo de notas baixas?
 - c. O outro grupo se sentiu negligenciado e estudou menos?
 - d. Muitas perguntas... O pesquisador deve considerar diferentes aspectos antes de tirar conclusões.

Frases famosas na computação:

- Teoria é quando o fenômeno é entendido, mas não funciona;
- Prática é quando funciona, mas não se sabe por quê.
- Na computação, teoria e prática coexistem: nada funciona e ninguém sabe por quê.



- Toda teoria científica deve ser baseada em observações que possam ser testadas e produzam leis gerais com poder preditivo. Isso abre a possibilidade de refutar teorias à luz de novas observações.
- Opiniões não têm valor em contraste com evidências.
- Na Idade Média, acreditava-se que os homens tinham uma costela a menos, já que a Bíblia afirma que a primeira mulher veio de uma costela de um homem. Isso poderia ser rapidamente refutado contando as costelas de homens e mulheres (empirismo).
- René Descartes (1596-1650) acreditava que o coração batia porque estava na parte mais quente do corpo e que o calor inflava o sangue que entrava nele. Essa conclusão vem de um pensamento profundo, mas sem qualquer suporte em evidências.

- Outro exemplo: um aluno escreveu neste artigo: “O interesse pela internet tem crescido muito nos últimos anos”.
 - Há evidências empíricas?
 - É realmente verdade? Quem disse isso? Como ele observou esse fato?
 - Essa informação pode ser verdadeira, mas quem a publicou? Quais são os números objetivos? Essa informação ainda é verdadeira em 2025?
 - Não se pode simplesmente fazer tal afirmação sem uma referência, mostrando os números.
 - As pessoas não precisam confiar cegamente em suas palavras no meio acadêmico.

- ***Empírico*** significa guiado por evidências obtidas em pesquisas científicas sistemáticas e controladas.
- Um dia de inverno extremamente frio na sua cidade não significa que as temperaturas médias globais não tenham aumentado ao longo das décadas;
- O fato de uma ou duas pessoas terem bebido suco de limão pela manhã e curado suas dores de cabeça não significa necessariamente que isso seja evidência empírica.
- Cuidado com pseudociências: parapsicologia, astrologia, ufologia, numerologia, teoria da Terra plana, homeopatia, etc.

Positivismo

- O positivismo propõe que a ciência deve se basear exclusivamente em valores humanos e não considera teologia, misticismo ou metafísica.
- A ciência não nega crenças populares (religiosas ou não). No entanto, embora não sejam testadas pelo método científico, não pode afirmar nada sobre elas.
- O positivismo frequentemente leva ao reducionismo — a crença de que um fenômeno pode ser decomposto em seus componentes e estudado individualmente sob condições controladas. Isso nem sempre é possível: a qualidade do software em termos de componentes é aceitável; em termos de seu uso real, não é (seja gerando lucro, reduzindo despesas, reduzindo riscos para a empresa, etc.).

Pragmatismo

- Pragmatismo é uma corrente filosófica antagônica ao realismo científico. Os realistas afirmam que a ciência descreve a realidade. Os pragmatistas assumem que não se pode saber exatamente qual é a realidade e que a ciência explica os fenômenos observados e as previsões são consistentes e úteis.
- Os empiristas não admitem conhecimento absoluto. Toda teoria pode ser refutada à luz de novas observações.
- Encontrar observações que contradigam teorias bem estabelecidas pode ser a chave para novas descobertas.

Exemplo: Previsão do tempo; Sistema de Lorenz; Sensibilidade às condições iniciais.

Objetividade

- Duas pessoas com um nível aceitável de treinamento devem chegar às mesmas conclusões após analisar os dados.
- Opiniões são deixadas de lado. Elas são subjetivas e dependem da experiência, do caráter e da motivação de quem as emite. Pode-se dizer que a programação funcional é melhor do que a programação imperativa. Sem uma medida objetiva para compará-las, isso não significa nada...
- A leitura crítica é fundamental para ter novas ideias e testar o que está escrito.
- Kerlinger (1980): “a principal condição para satisfazer os critérios de objetividade é, idealmente, que qualquer observador com um mínimo de competência concorde com os resultados”.

Exemplo:

- Um pesquisador pode afirmar que um sistema é “fácil de usar” se um usuário com um certo nível de experiência puder executar um determinado conjunto de tarefas dentro de uma janela de tempo predefinida.
- Isso torna a “facilidade de uso” aplicável a um conjunto discreto.
- No entanto, é uma má prática definir o fenômeno de forma difusa. Uma ideia melhor é fornecer uma medida que varia de “fácil” a “difícil”.
- Pode-se definir a dificuldade como o tempo médio que os usuários levam para executar um conjunto predefinido de tarefas. Isso permite múltiplas execuções do experimento por pesquisadores independentes e torna os resultados comparáveis.

- Princípio da indução: Uma situação que tem suporte em todos os casos observados também será suportada para todos os outros até que se prove o contrário.
- Exemplo 1: nunca observamos cavalos voadores e não há evidências que nos levem a acreditar que eles existam. Assim, pode-se concluir que não, a menos que apareça um contraexemplo.
- Exemplo 2: uma pessoa viu apenas cisnes brancos, o que pode levá-la a concluir que existem apenas cisnes brancos (em teoria). Assim que vir um cisne negro, a pessoa deve abandonar imediatamente essa teoria.

Indução

- A ideia principal da indução matemática é:
 - Queremos mostrar que um conjunto virtualmente infinito apresenta uma certa propriedade. O primeiro passo é criar uma regra que gere todos os elementos do conjunto;
 - Primeiramente, mostramos que a propriedade vale para o primeiro elemento (não gerado a partir de outros elementos) e que a regra preserva a propriedade desejada.
 - Se o elemento n apresenta a propriedade, então o elemento $n+1$, gerado pela regra, também a apresentará. Se ambas as demonstrações forem realizadas, pode-se concluir formalmente que todos os elementos apresentam a propriedade.
- Evitar propriedades difusas. Ex: Todas as crianças são jovens; Se adicionarmos um dia à idade de um jovem, isso não o tornará não jovem; Disto, pode-se concluir que pessoas de qualquer idade são jovens. A falha está na definição de “jovem”, que é difusa.
- Exemplo: https://pt.wikipedia.org/wiki/Indu%C3%A7%C3%A3o_matem%C3%A1tica

Refutação

- Como mencionado anteriormente, um estudo de caso pode não ser suficiente para provar uma regra geral, mas prova que uma regra frequentemente aceita não é totalmente válida.

COUNTEREXAMPLE TO EULER'S CONJECTURE ON SUMS OF LIKE POWERS

BY L. J. LANDER AND T. R. PARKIN

Communicated by J. D. Swift, June 27, 1966

A direct search on the CDC 6600 yielded

$$27^5 + 84^5 + 110^5 + 133^5 = 144^5$$

as the smallest instance in which four fifth powers sum to a fifth power. This is a counterexample to a conjecture by Euler [1] that at least n n th powers are required to sum to an n th power, $n > 2$.

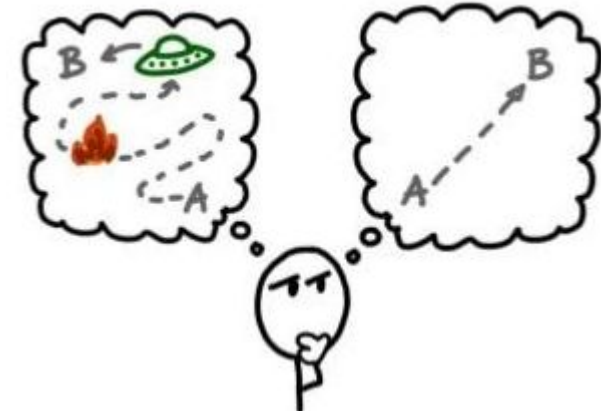
REFERENCE

1. L. E. Dickson, *History of the theory of numbers*, Vol. 2, Chelsea, New York, 1952, p. 648.

Refutação

- Isso não significa que a antiga lei deva ser totalmente descartada. Ex: apesar da teoria da relatividade, a física newtoniana ainda explica muito bem os fenômenos da superfície terrestre.
- Assim, pode-se descartar completamente a antiga teoria ou manter ambas para aplicações em domínios específicos.

Lâmina de Occam



- Se muitas teorias explicam as mesmas observações, DEVE-SE escolher a mais simples.
- A citação original de W. Ockham é “Numquam ponenda est pluralitas sine necessitate”, que significa “Nunca use mais do que o necessário”.
- Exemplo: a teoria que diz que a aceleração da gravidade é de $9,8 \text{ m/s}^2$ pode ter infinitas variações se introduzirmos algo como “exceto em 10 de janeiro de 2070, quando será de $9,6 \text{ m/s}^2$ ”.
 - Como testá-la antes de 2070?
 - A adição desta afirmação não tem nenhuma explicação ou fundamento plausível. Além disso, não é coerente com o conhecimento geral da gravidade.

Construtivismo

- O construtivismo vai além do positivismo e do reducionismo: experimentos de laboratório sob condições controladas podem não representar todas as nuances e complexidades do mundo real;
- Pesquisadores preferem a pesquisa-ação ou a pesquisa etnográfica, ou mesmo estudos de caso, para construir teorias. Os fenômenos estão intimamente ligados ao contexto local.
- Embora as ideias construtivistas remontem à Grécia Antiga, elas só ganharam o significado que lhes atribuímos hoje após Jean Piaget (1896-1980).