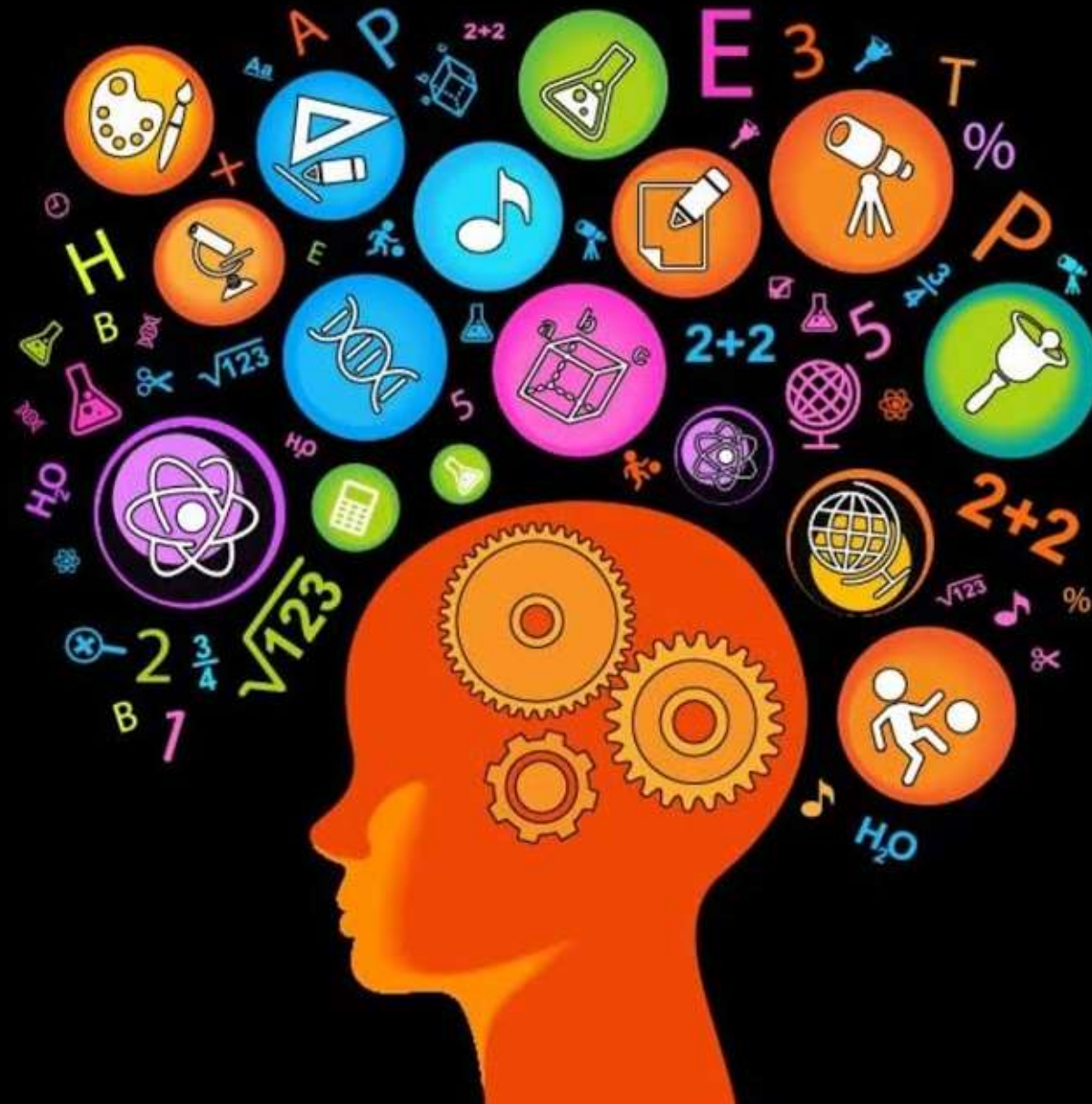


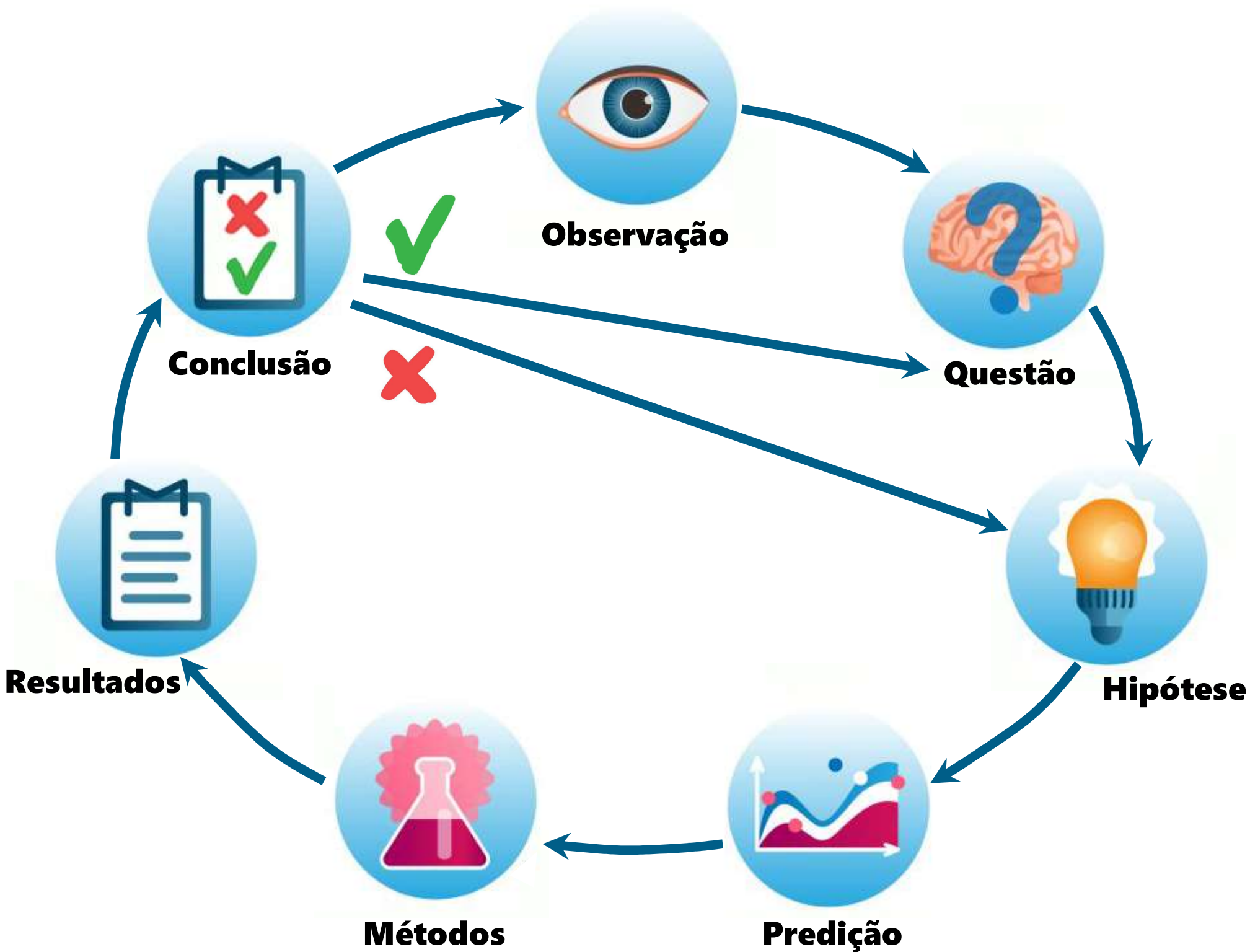
Fundamentos do Método Científico



Roteiro da Aula

1. Observação
2. Pergunta
3. Hipótese
 - Argumento lógico
 - Hipóteses múltiplas
4. Predição
5. Amarrando conceitos
6. Conclusão







Observação

O que você está vendo nesta foto?





Observação

O que essas aves estão fazendo?



Mensagem 1

**Fatos são diferentes de
interpretações**

**Mas cientistas obviamente não
comentem esse erro!!!**

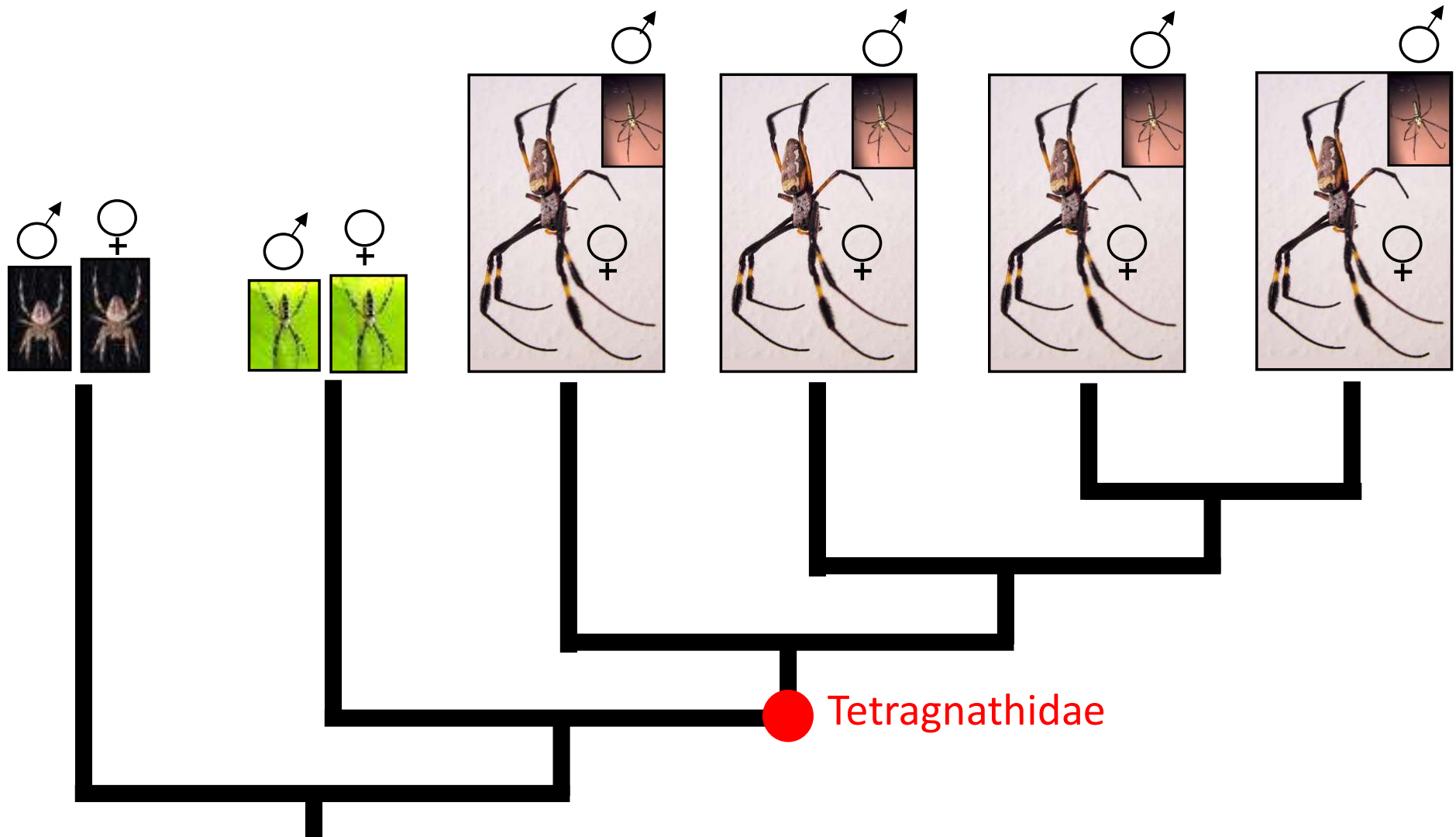


Por que os machos da família Tetragnathidae são tão pequenos???



- Machos pequenos atingem a maturidade sexual mais rápido do que machos grandes
- Machos pequenos buscam teias de fêmeas imaturas e guardam estas fêmeas até que eles virem adultas
- O primeiro macho a copular com a fêmea fertiliza a maioria dos ovos
- Portanto, a seleção sexual deve ter favorecido a evolução de machos pequenos na família

Giant female or dwarf male spiders?



3 Fatos sobre Fatos

- Fatos são “estabelecidos” com base na observação da natureza
- Fatos também são resultados obtidos por pesquisadores em seus estudos
- Esses estudos devem seguir as convenções estabelecidas pela comunidade científica, que vai ou não aceitar os resultados como fatos

Quais são as convenções básicas para que uma vacina seja considerada efetiva na prevenção de uma doença?

- Abordagem experimental usando placebo
- Procedimentos duplo cego
- Tamanho amostral grande com sujeitos experimentais representativos da população



Questão



Estamos formulando questões o tempo todo

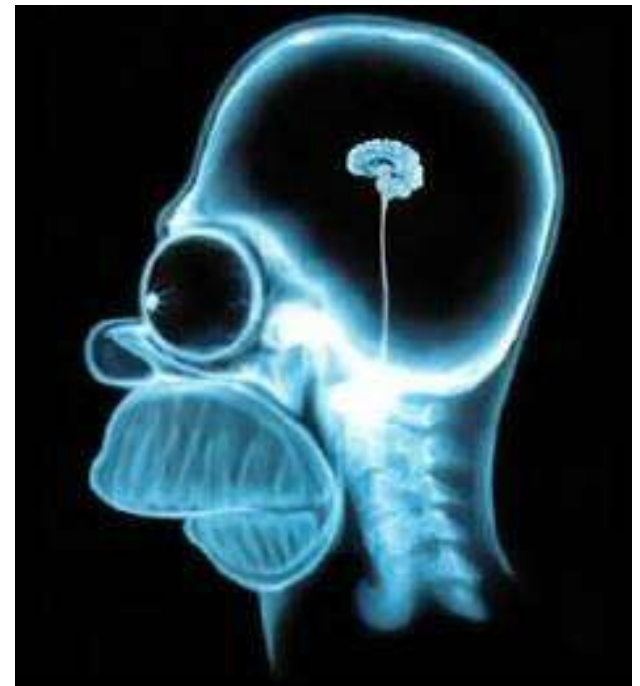
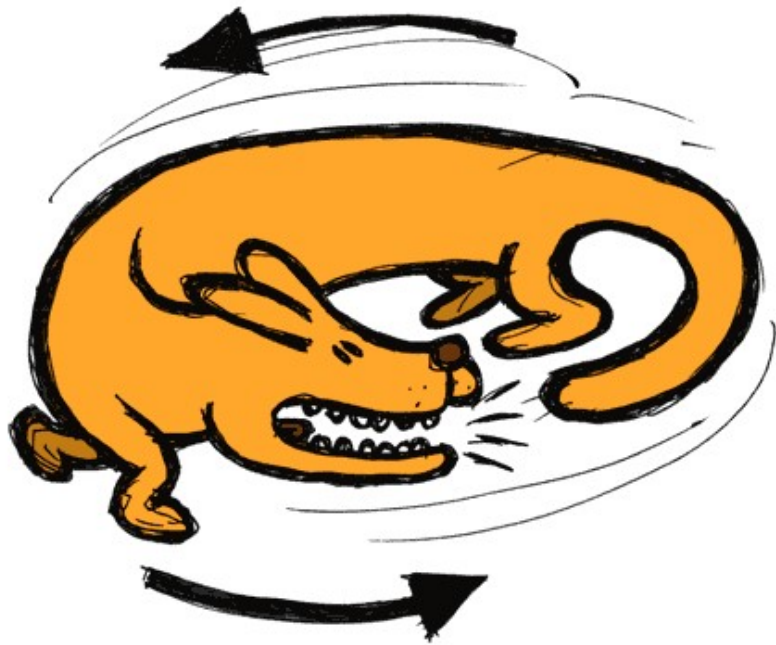
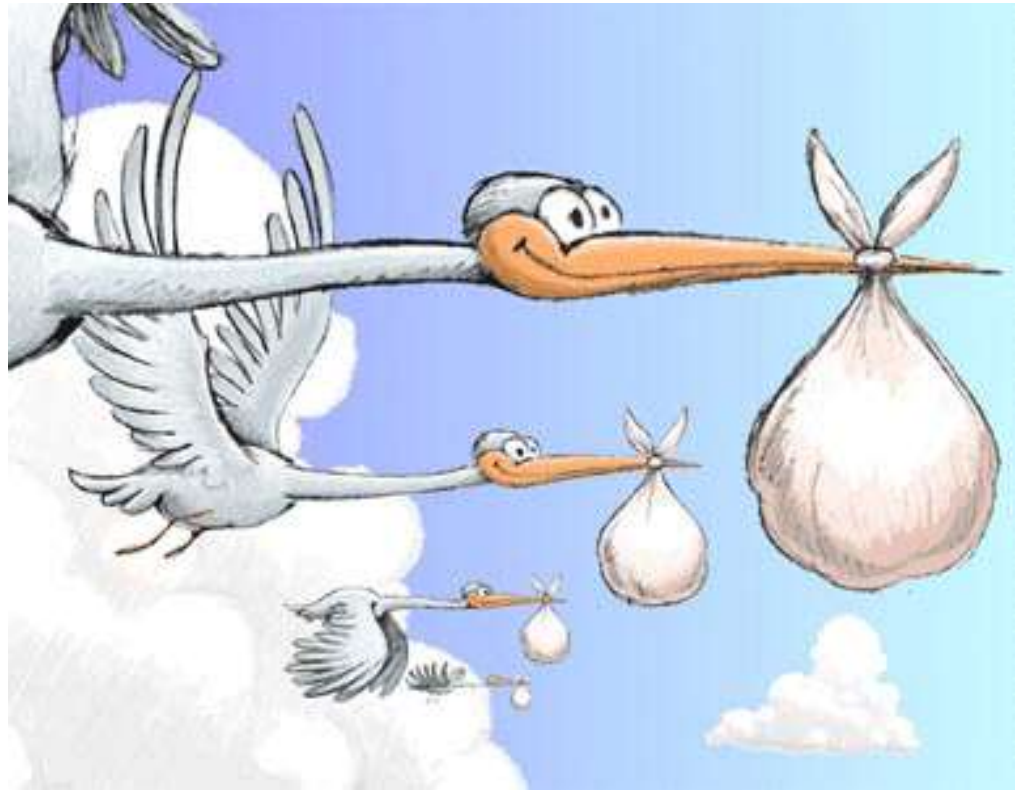
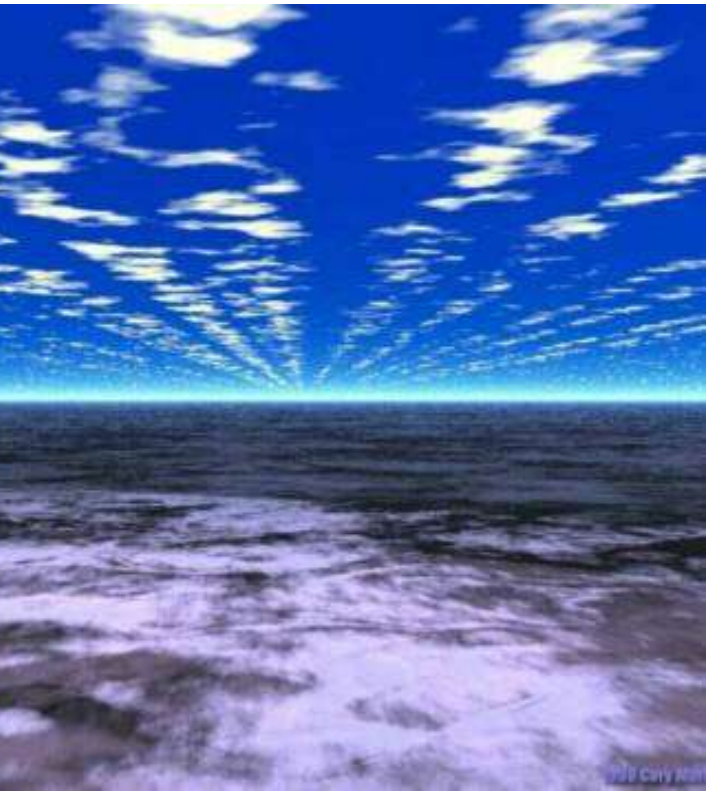


20 de novembro de 2012

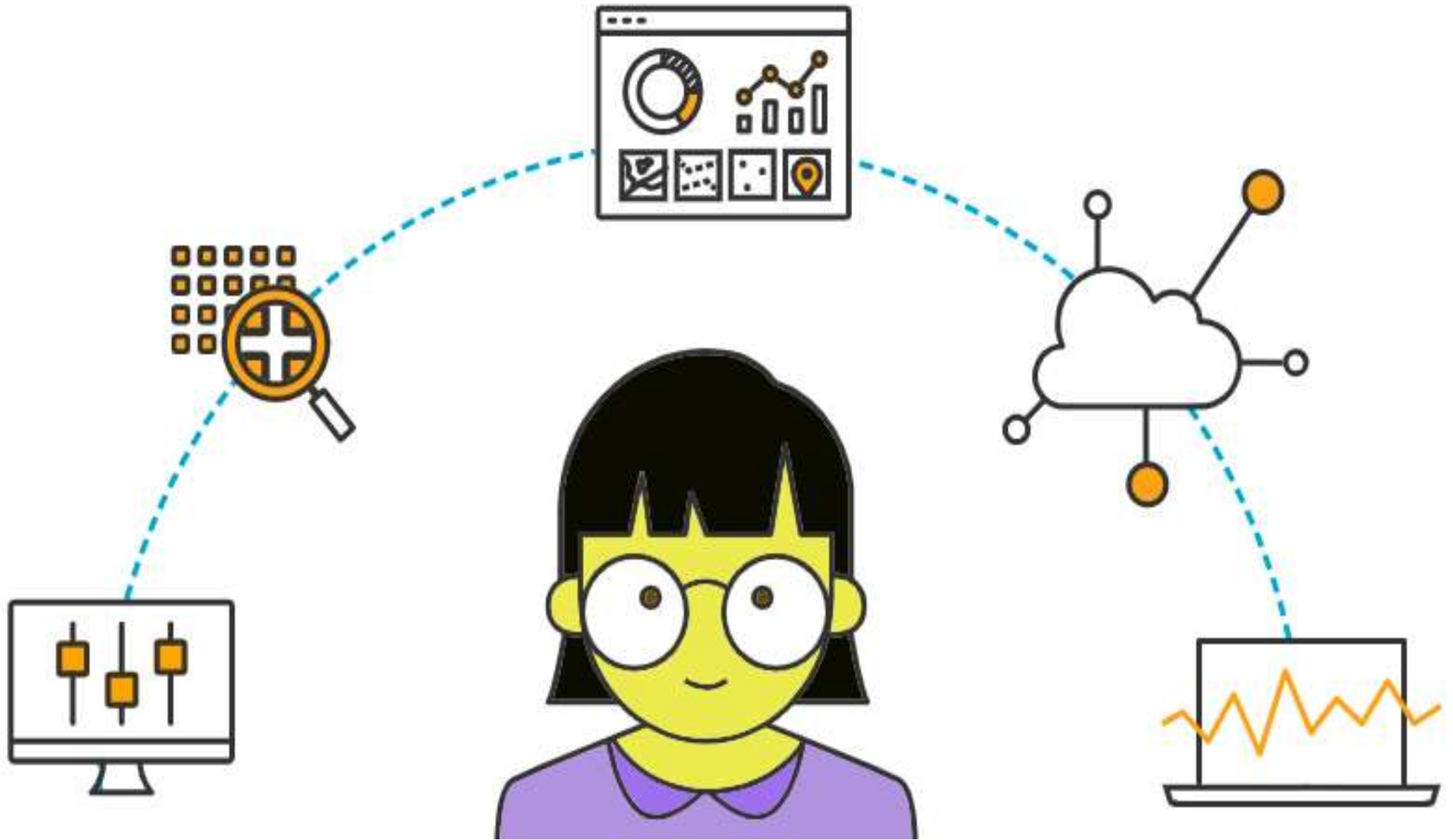








Se nossa curiosidade sobrevive...



Questões Científicas

- Claras e objetivas
- Podem ser respondidas
- Avançam nosso conhecimento



Questões Científicas Ruins

As borboletas, que são animais geralmente admirados pelas pessoas por terem grande beleza, costumam ser mais caçadas por biopiratas, mesmo quando comparadas com animais que têm valor farmacológico ou animais que servem como comida, considerando que as borboletas não são igualmente abundantes durante o ano todo?



Questões Científicas Ruins



Altos níveis de poluentes
afetam as plantas?



Ecología Austral 31:216-224 Agosto 2021
Asociación Argentina de Ecología
<https://doi.org/10.25260/EA.21.31.2.0.1214>

¿Cómo surgen las ideas? Algunas sugerencias para estimular la generación de proyectos originales en ecología

ALEJANDRO G. FARJI-BRENER

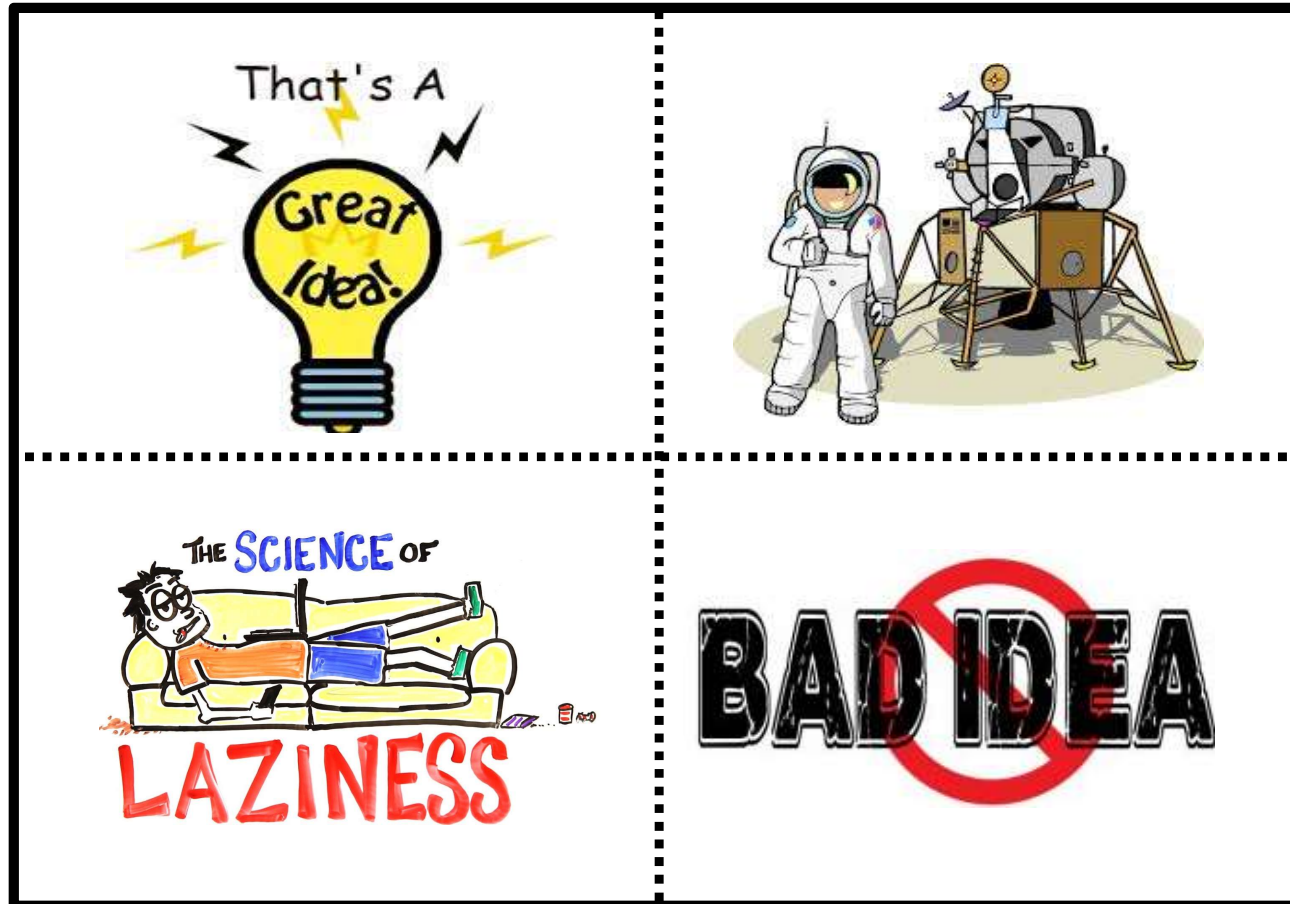


How To Choose a Good Scientific Problem

Uri Alon^{1,*}

Ganho de
conhecimento

PEQUENO GRANDE



BAIXO

ALTO

Nível de dificuldade

Mensagem 2

**Um trabalho científico sem
pergunta é *non-sense***



O que é uma hipótese?

- É uma resposta plausível para uma pergunta científica
- É uma formulação testável sobre uma possibilidade



Explanation and Exploration: Cristine Le Gare

THE UNIVERSITY OF
TEXAS
AT AUSTIN

© Legare Lab

HYPOTHESIS

TEORIA



PERGUNTA

**Por que o
carro não liga?**



HIPÓTESES



Hipótese 1: o carro não funciona porque o combustível acabou.

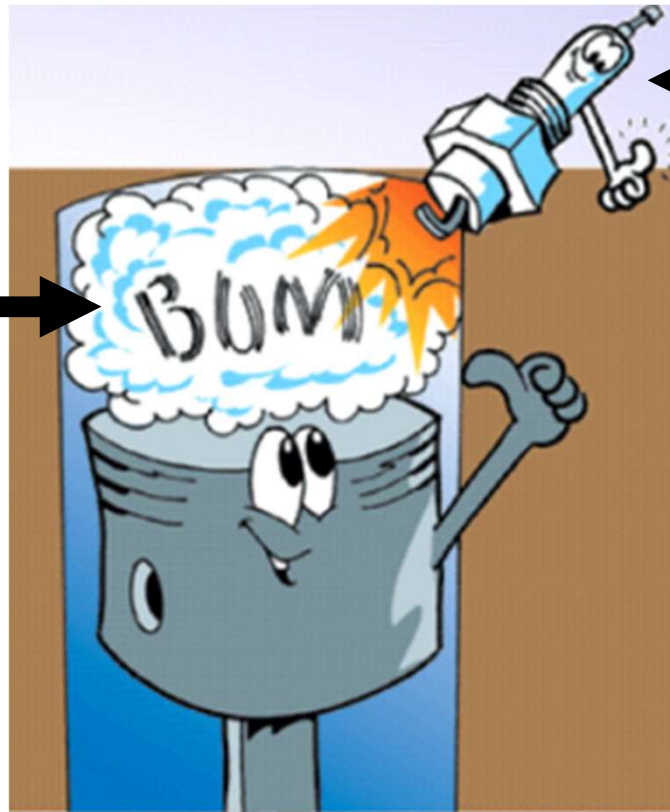


Hipótese 2: o carro não funciona porque a bateria pifou.

TEORIA

FUNCIONAMENTO BÁSICO DE UM MOTOR

COMBUSTÍVEL



FAÍSCA



Argumento Lógico

Dado que...

- **o motor requer combustível e faísca produzida pela bateria para funcionar**
- **o motor do carro não está funcionando**

Logo...

- **o combustível acabou ou a bateria pifou**

Argumento Lógico

Dado que...

- o motor requer combustível e faísca produzida pela bateria para funcionar
- o motor do carro não está funcionando

Logo...

- o combustível acabou ou a bateria pifou

Premissas

Argumento Lógico

Dado que...

- o motor requer combustível e faísca produzida pela bateria para funcionar
- o motor do carro não está funcionando

Logo...

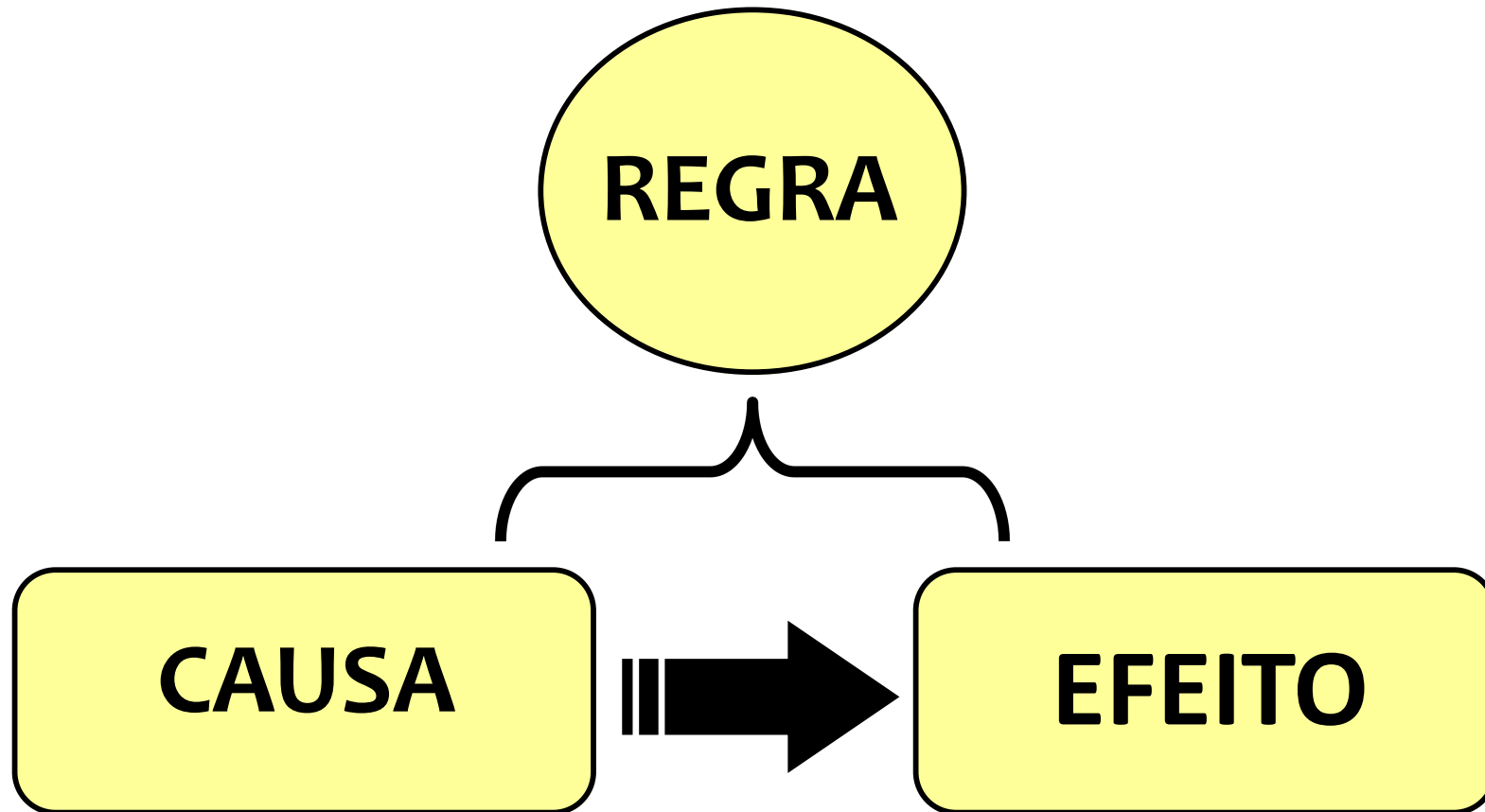
- o combustível acabou ou a bateria pifou

Conclusão

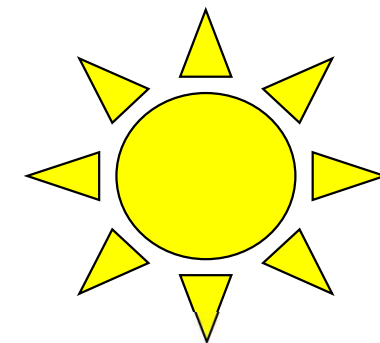
Mensagem 3

**Hipóteses têm a estrutura
de um argumento lógico**

Argumento Lógico



Plântulas da planta A devem crescer melhor perto ou longe de um arbusto da planta B?



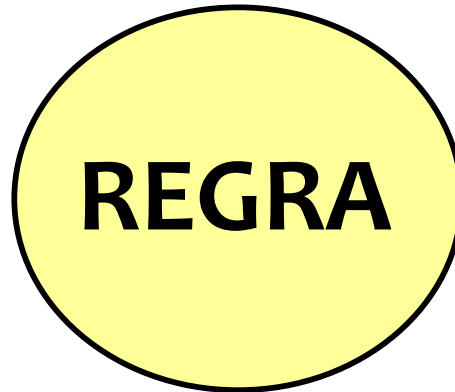
**ALTA
INCIDÊNCIA
SOLAR**



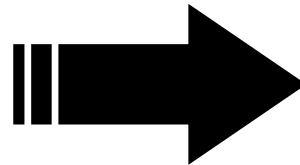
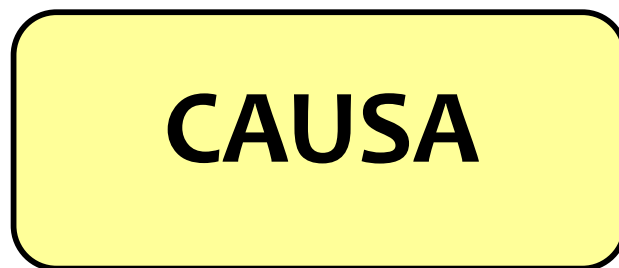
SOLO POBRE

Argumento Lógico

**TEORIA DA
FACILITAÇÃO**



Plântulas que crescem sob arbustos estão mais protegidas do sol.



A plântula está crescendo sob um arbusto. Logo...

...deverá se desenvolver melhor do que uma plântula crescendo longe de um arbusto.

Argumento Lógico

Dado que...

- a planta B provê sombra sob sua copa
- plântulas da planta A são sensíveis à incidência direta ao sol

Supondo que...

- a competição com a planta B por nutrientes no solo não é intensa

Logo...

- plântulas perto da planta B devem se desenvolver melhor do que longe da planta B

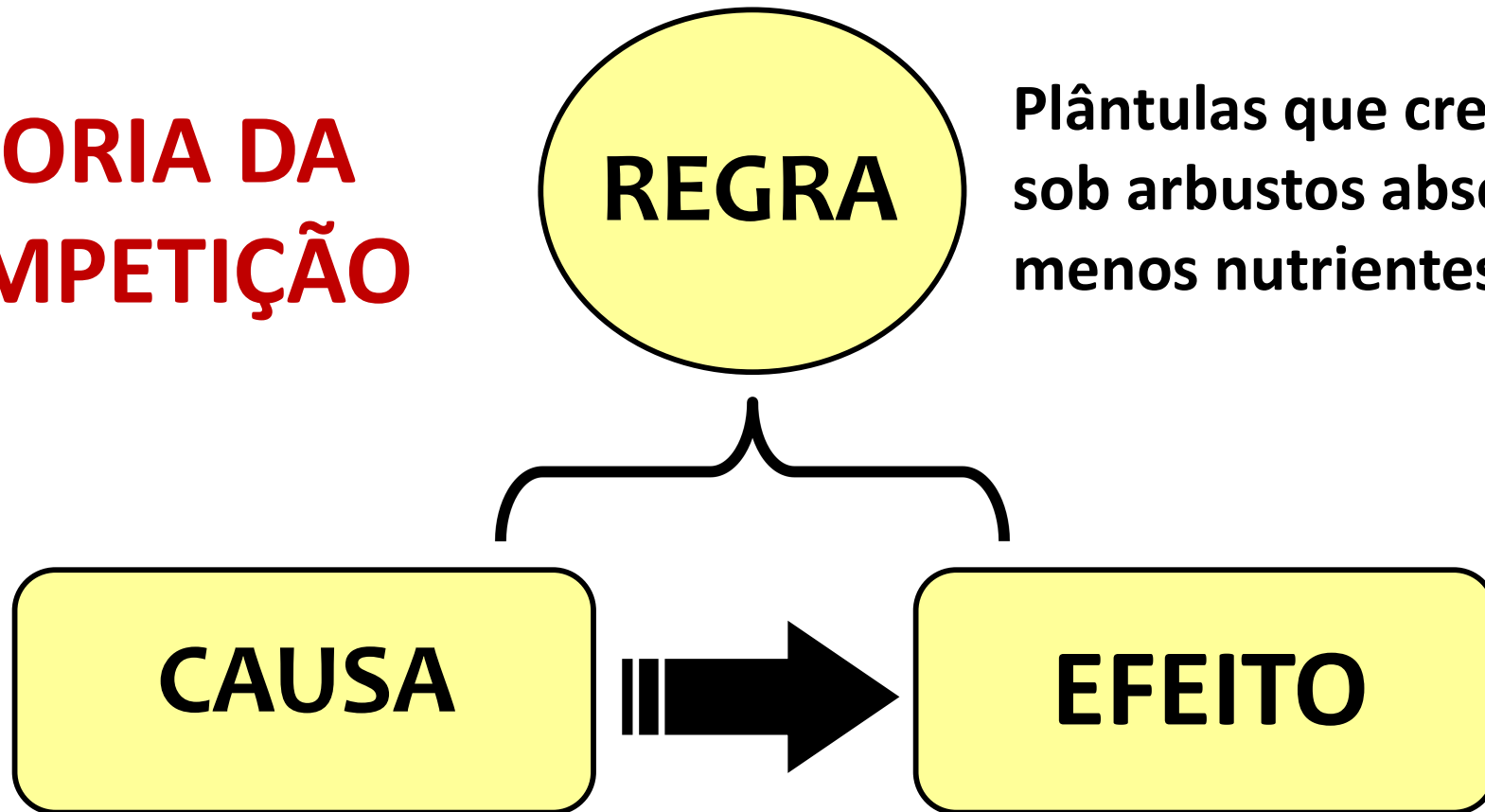
Argumento Lógico

Note que algumas premissas são **fatos** (“a planta B provê sombra sob sua copa” e “plântulas da planta A são sensíveis à exposição direta ao sol”) enquanto outras são **suposições** (“a competição com a planta B por nutrientes no solo não é intensa”)

- **Suposição** é uma afirmação que aceitamos como verdadeira, apesar de não termos provas
- Suposições são elementos chave para a construção de argumentos e, portanto, de hipóteses

Argumento Lógico

TEORIA DA COMPETIÇÃO



Plântulas que crescem sob arbustos absorvem menos nutrientes.

A plântula está crescendo sob um arbusto. Logo...

...deverá se desenvolver pior do que uma plântula crescendo longe de um arbusto.

Argumento Lógico

Dado que...

- plântulas da planta A não são sensíveis à exposição direta ao sol
- o solo é pobre em nutrientes

Supondo que...

- a planta B é melhor do que as plântulas da planta A em explorar nutrientes no solo

Logo...

- plântulas perto da planta B devem se desenvolver pior do que longe da planta B

Mensagem 4

Seu estudo pode ter duas ou mais hipóteses, que podem ser complementares ou mutuamente excludentes

The Method of Multiple Working Hypotheses

With this method the dangers of parental affection for a favorite theory can be circumvented.



Thomas C. Chamberlin



Viés de confirmação

Journal of Geology (1887)
Science (1965)

Múltiplas Hipóteses

ROYAL SOCIETY
OPEN SCIENCE

rsos.royalsocietypublishing.org

Review



Cite this article: Betini GS, Avgar T, Fryxell JM **2017** Why are we not evaluating multiple competing hypotheses in ecology and evolution?. *R. Soc. open sci.* **4**: 160756.
<http://dx.doi.org/10.1098/rsos.160756>

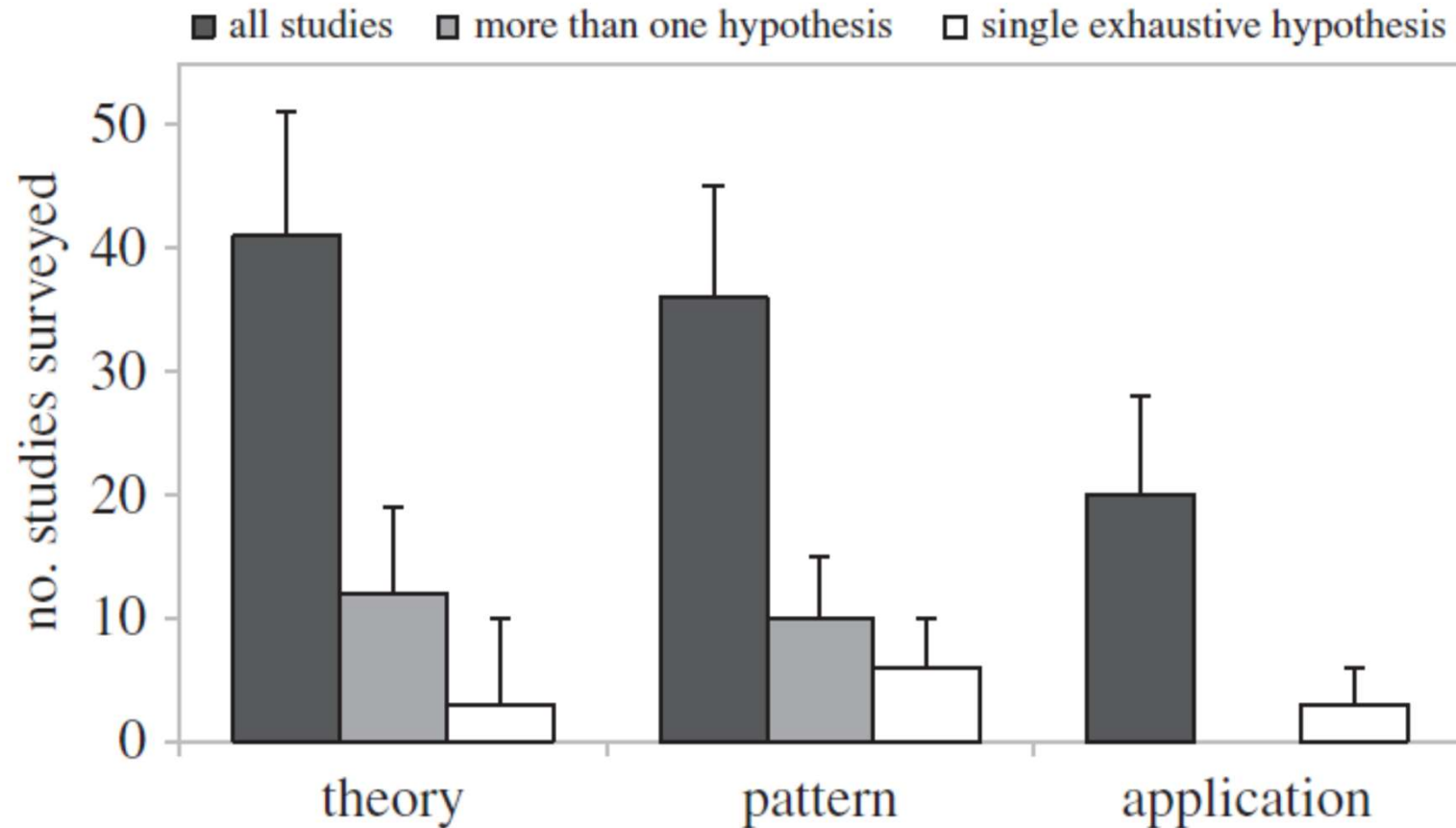
Why are we not evaluating multiple competing hypotheses in ecology and evolution?

Gustavo S. Betini^{1,†}, Tal Avgar^{1,2,†} and John M. Fryxell¹

¹Department of Integrative Biology, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada N1G 2W1

²Department of Biological Sciences, University of Alberta, Alberta, Edmonton, Canada T6G 2E9

Múltiplas Hipóteses





Predição

- A única forma de testar uma hipótese é determinando os **resultados esperados** caso a hipótese esteja correta
- Os **resultados esperados** de uma hipótese são conhecidos como **predições** (ou **previsões**)
- Enquanto as **hipóteses não podem ser medidas diretamente** (i.e., não possuem unidades), as **predições são diretamente quantificáveis** (i.e., possuem unidades de medida)

Tipos de Variáveis

Variáveis teóricas

São os fenômenos que queremos estudar



Variáveis operacionais

São representações práticas desses fenômenos



MUNDO DAS IDÉIAS (variáveis teóricas)

VIDA REAL (variáveis operacionais)

TAMANHO

EXEMPLOS: altura, massa seca, comprimento, diâmetro a altura do peito

FECUNDIDADE

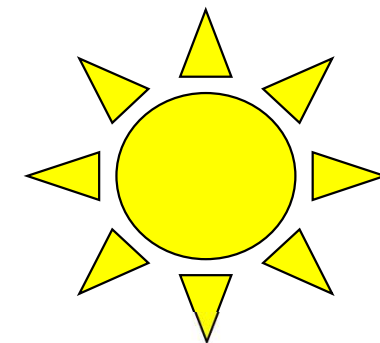
EXEMPLOS: Número de ovos, número de filhotes, número de sementes

**DESEMPENHO
LOCOMOTOR**

EXEMPLOS: velocidade máxima, velocidade média, distância percorrida

Podem ser medidas e transformadas em números

Plântulas da planta A devem crescer melhor perto ou longe de um arbusto da planta B?



**ALTA
INCIDÊNCIA
SOLAR**



SOLO POBRE

HIPÓTESE DA FACILITAÇÃO

Plântulas da planta A vão **se desenvolver melhor** quando estiverem **protegidas do sol**

HIPÓTESES

Variáveis operacionais	FACILITAÇÃO	COMPETIÇÃO
Taxa de crescimento (cm/mês)	MAIOR SOB A ÁRVORE	
Mortalidade (% plântulas mortas após 1 ano)	MENOR SOB A ÁRVORE	

HIPÓTESE DA COMPETIÇÃO

Plântulas da planta A vão **se desenvolver melhor** quando estiverem **longe de um competidor**

HIPÓTESES

Variáveis operacionais	FACILITAÇÃO	COMPETIÇÃO
Taxa de crescimento (cm/mês)	MAIOR SOB A ÁRVORE	MENOR SOB A ÁRVORE
Mortalidade (% plântulas mortas após 1 ano)	MENOR SOB A ÁRVORE	MAIOR SOB A ÁRVORE

Mensagem 5

**Predições criam uma
conexão entre as hipóteses
os métodos**

JUNTANDO AS PEÇAS

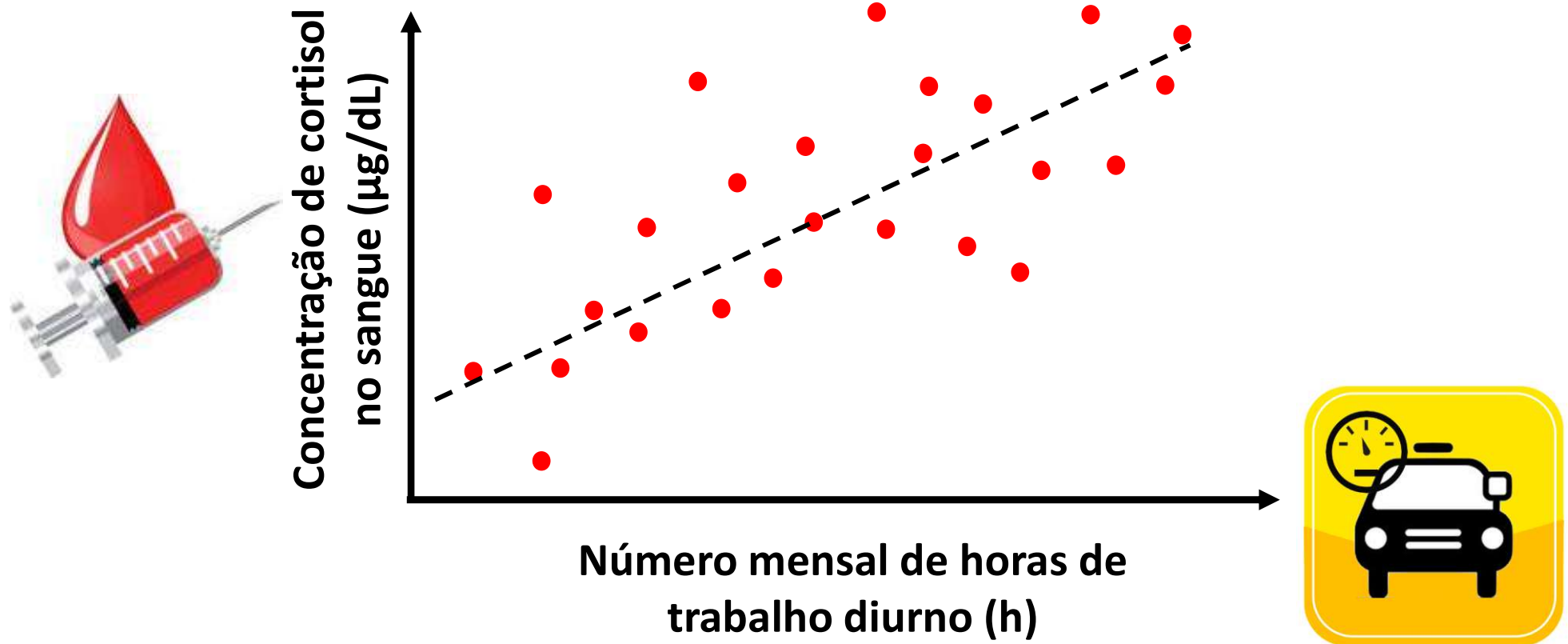


OBSERVAÇÃO



FATO

Um estudo prévio mostrou que quanto mais tempo um motorista passa dirigindo, maior é seu nível de estresse



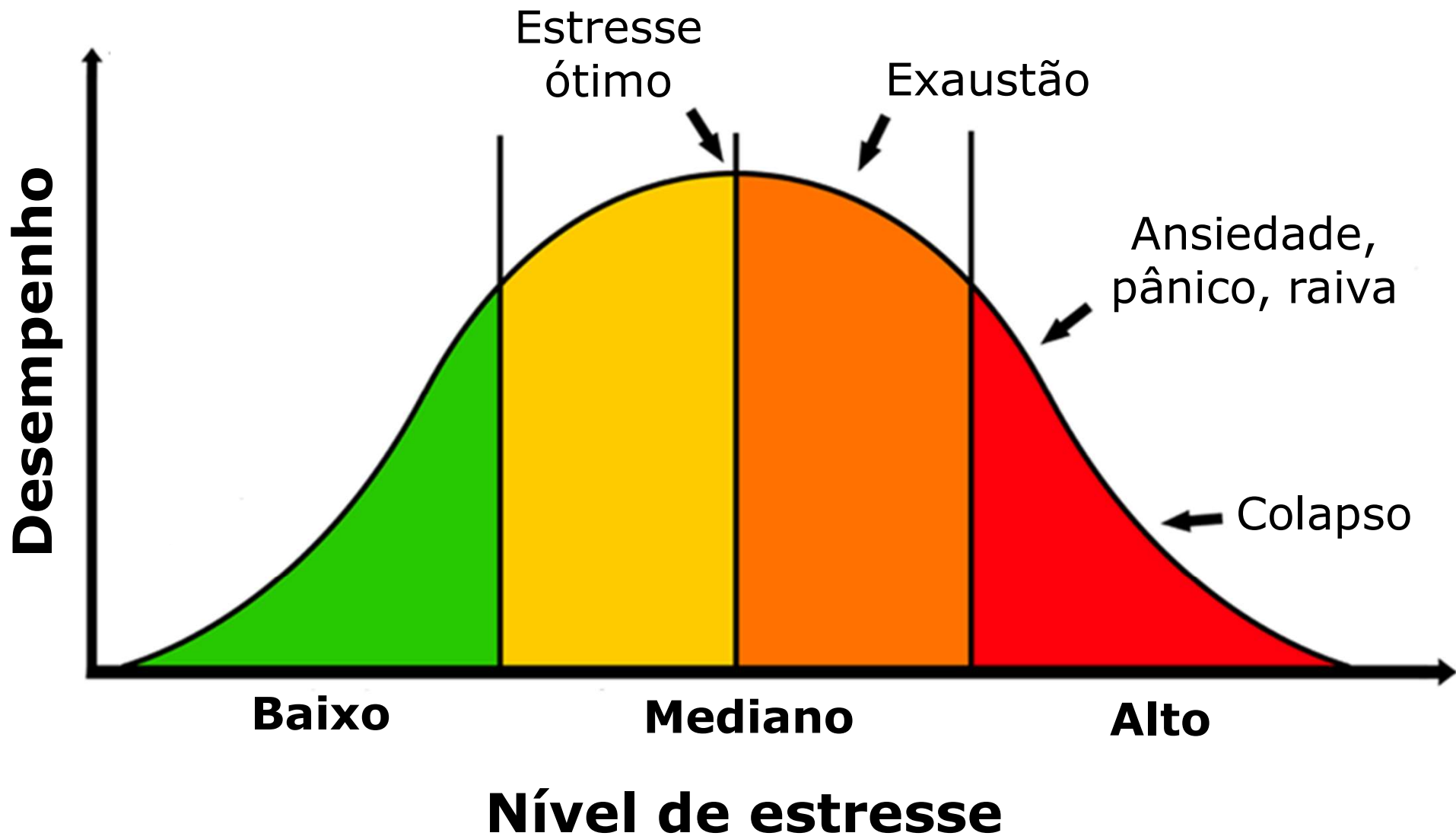
PERGUNTA

Como o estresse provocado pelo trânsito influencia a memória dos motoristas?



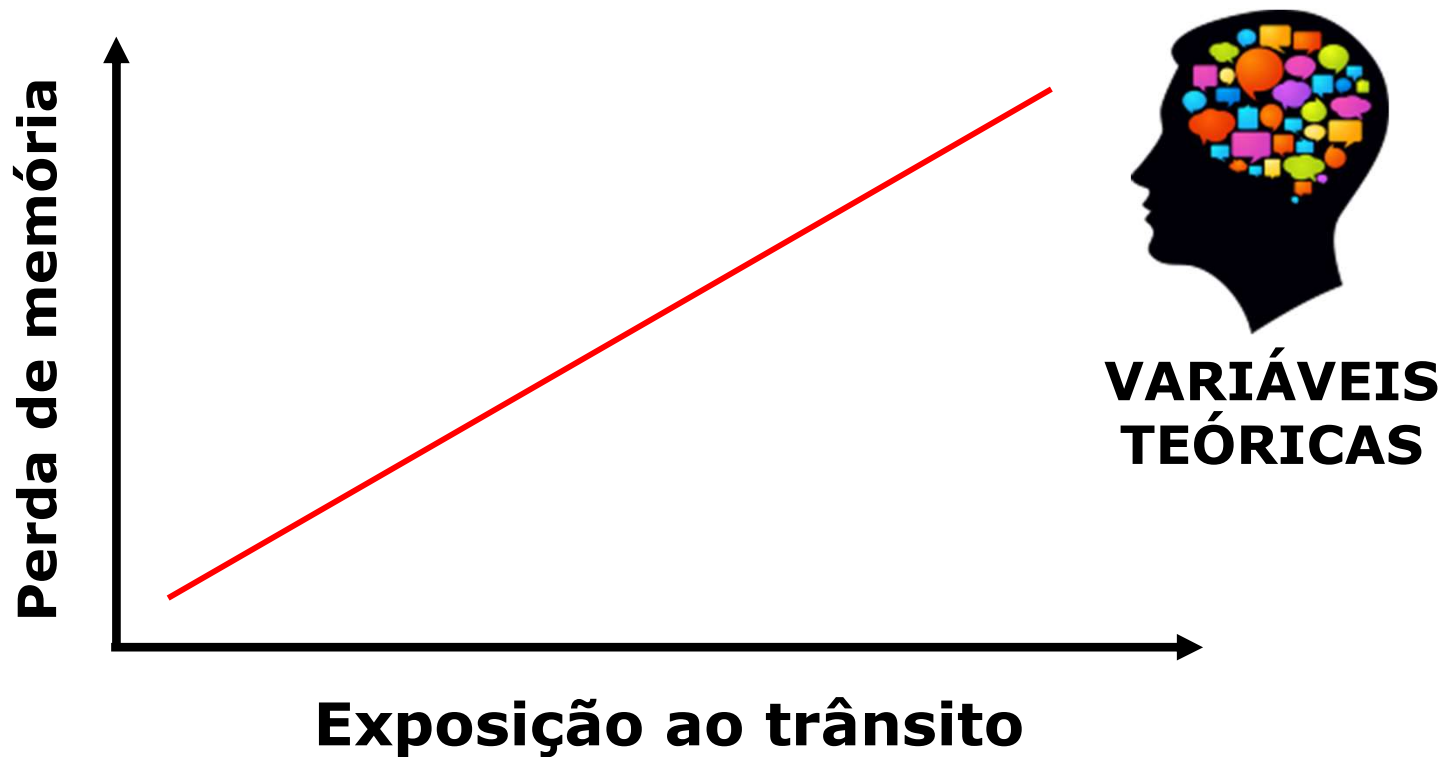
TEORIA

“Teoria do Estresse Ótimo” (TEO)



HIPÓTESE

Quanto maior a exposição ao trânsito, mais severa será a perda de memória



HIPÓTESE

Dado que...

- a exposição prolongada ao trânsito provoca estresse nos motoristas
- que o estresse tem vários efeitos negativos no desempenho de atividades

Supondo que...

- motoristas profissionais nunca estão sob baixos níveis de estresse durante o trabalho

Logo, de acordo com a TEO...

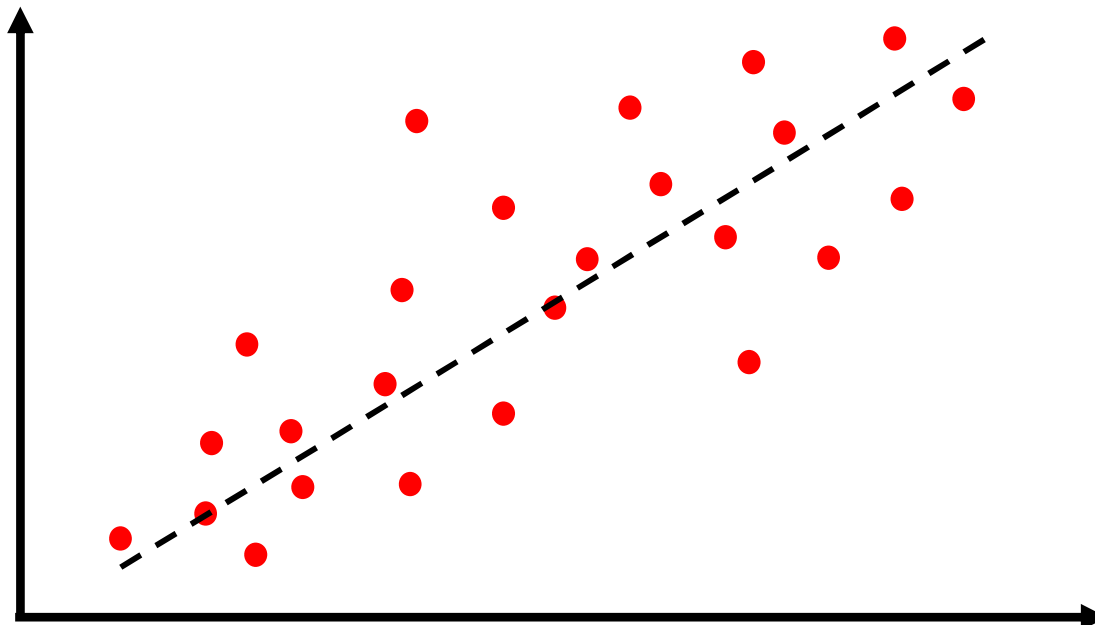
- quanto maior a exposição ao trânsito, mais severa será a perda de memória

PREVISÃO

Quanto maior o número mensal de horas de trabalho diurno de motoristas de Uber em São Paulo, maior será o tempo para resolver um jogo da memória com 30 peças



Tempo para resolver o jogo da memória (min)



Número mensal de horas de trabalho diurno (h)

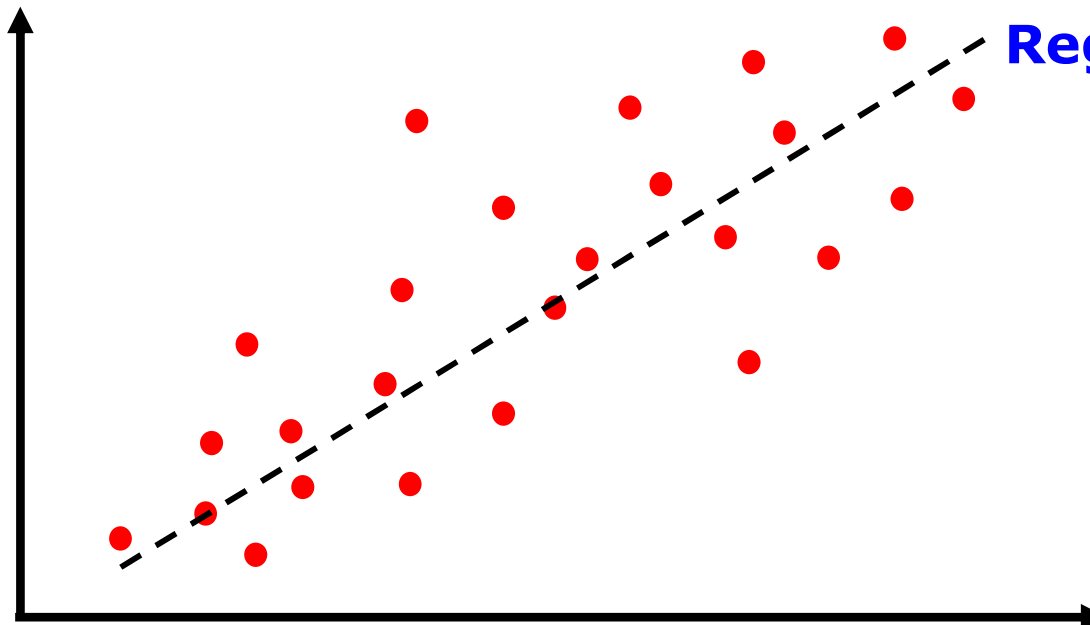


MÉTODO

Quanto maior o **número mensal de horas de trabalho diurno de motoristas de Uber em São Paulo**, maior será o **tempo para resolver um jogo da memória com 30 peças**



Tempo para resolver o jogo da memória (min)



Número mensal de horas de trabalho diurno (h)





¿Plantear o no plantear hipótesis? Sugerencias para estudiantes, directores y revisores

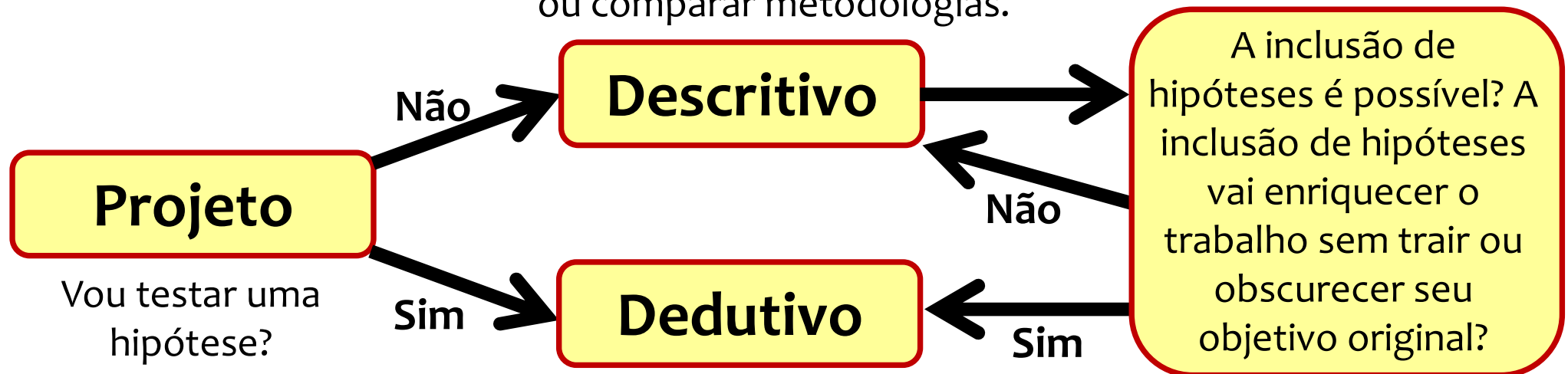
ALEJANDRO G. FARJI-BRENER

Laboratorio de Investigaciones en Hormigas (LIHO), INIBIOMA-CONICET y Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue. Bariloche, Argentina.

“Essa exigência pode ser desnecessária, pois apenas obriga o autor a incluir hipóteses que não foram – e não serão – realmente postas à prova, ou hipóteses que não o são, com o único propósito de satisfazer superficialmente uma demanda.”

¿Plantear o no plantear hipótesis? Sugerencias para estudiantes, directores y revisores

Algunas posibilidades:
(1) descrever ou confirmar um padrão; (2) solucionar um problema aplicado específico; (3) desenvolver ou comparar metodologias.

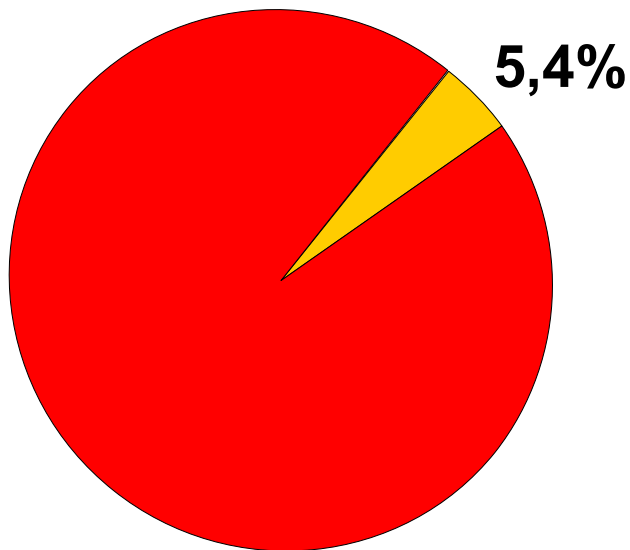


Recomendações: (1) se possível, formule hipóteses múltiplas; (2) formule hipóteses como argumentos lógicos; (3) deixe explícitas suas predições.

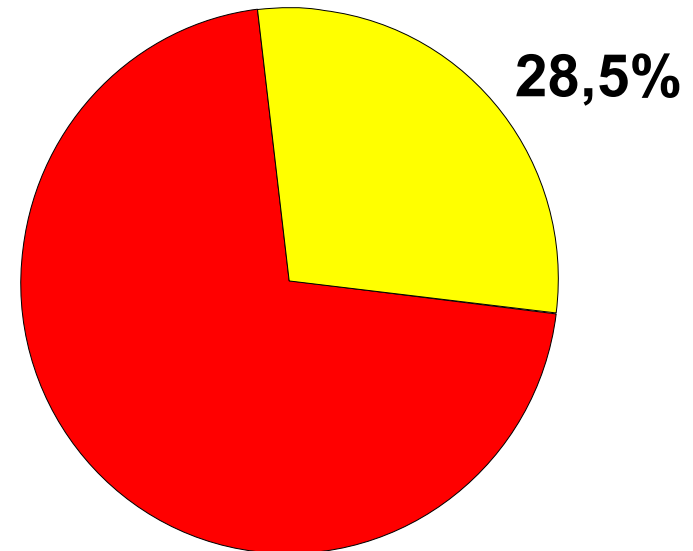
XXXII Encontro Anual de Etologia

(Mossoró, Rio Grande do Norte)

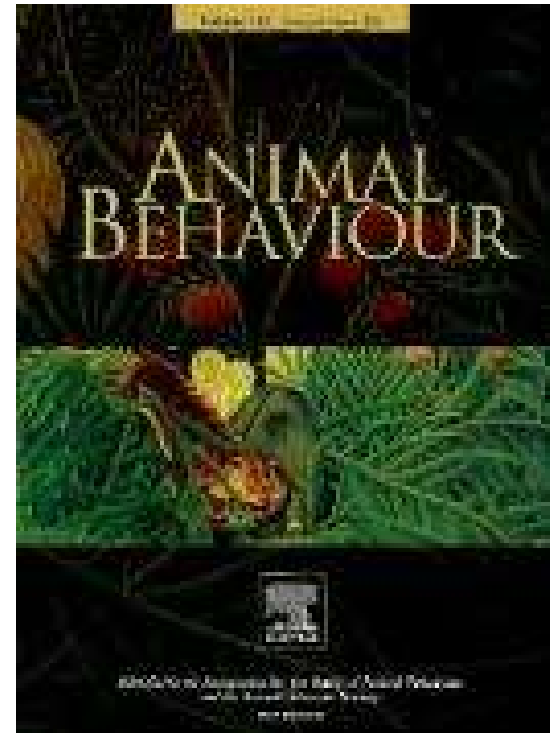
Pôsteres que apresentam explicitamente hipóteses ou previsões



Pôsteres que poderiam apresentar explicitamente hipóteses ou previsões



O que aconteceria nas duas principais revistas de comportamento?



Upfront reject: Sorry. The project was most likely very interesting, but **it was not hypothesis-driven**. Try a specialist journal.

