

# Lógica Indutiva

Aula 4

Prof. André Martins



- É uma bruxa?

# Lógica Clássica (Dedutiva)

- Na Lógica Clássica, determinamos a veracidade de proposições a partir de outras proposições que julgamos verdadeiras.



- Mas ela não é suficiente

- Há proposições indecidíveis:

- A frase abaixo é falsa
- A frase acima é verdadeira.

- Não existe um conjunto de axiomas finito a partir do qual qualquer proposição razoável possa ser provada verdadeira ou falsa (Goedel).

# Outras Lógicas

- Existem extensões da Lógica Clássica que lidam com algumas de suas limitações, sem quantificar incertezas (Lógicas Paraconsistentes).

# Julgamento

- Em um julgamento, os advogados de ambos os lados tentam levantar “provas” de que o ponto de vista que defendem é o correto.
- No entanto, as provas, sempre (ou talvez quase sempre) nunca são definitivas.

# Problemas Reais e Incerteza

- Os problemas reais, no entanto, muitas vezes não se encaixam dentro do esquema da Lógica Clássica.
- Por vezes, achamos que uma das premissas é verdadeira, mas não é possível ter certeza.
- Outras vezes, não é possível obter-se um silogismo para o caso estudado, o que não quer dizer que não exista informação ali.

# Lógica Indutiva

- Para resolver este problema, sempre se buscou desenvolver uma Lógica Indutiva, ou seja, uma Lógica onde cada proposição não precisa ser apenas verdadeira ou falsa, aceitando um grau variável de plausibilidade.
- Ou seja, existem proposições que são mais plausíveis (o sujeito é um ladrão) do que outras (é o dono), e a Lógica Indutiva deve nos ensinar como alterar esta plausibilidade face a novas informações.



# Evidências Dedutivas ou Indutivas?

- “João ganhou milhões com a morte de Pedro, ele tem de ser o assassino.”
- “João diz que estava em casa sozinho, ninguém pode confirmar que ele estava lá.”
- “João tinha uma arma idêntica à do crime, que ele afirma ter sido roubada a um ano.”

# Previsões (certeza ou incerteza)

- Quanta certeza você tem de que:
  - Amanhã, o Sol irá nascer na hora prevista?
  - Amanhã haverá aula normalmente aqui no campus?
  - Se todas as esmeraldas observadas até hoje foram verdes, todas as esmeraldas que existiram ou existirão sejam verdes?
  - Se todos os cisnes observados até hoje foram brancos, todos os cisnes que existiram ou existirão sejam brancos?

# Lógica Indutiva

- A questão de como utilizar argumentos indutivos é tão antiga quanto a Lógica Dedutiva.
- No entanto, a indução apresenta uma série de problemas quanto a validade das conclusões que não aparecem na dedução.

# Aristóteles

- Dedução e indução fazem parte do da argumentação.
- A indução forneceria as premissas que vamos assumir verdadeiras, a partir das quais a dedução permitirá que cheguemos a novas conclusões.

# Indução Aristotélica

- Dialética: modelada na interação professor-aluno – conclusões a que chegamos após um debate de idéias
- Enumerativa: a partir da observação das propriedades de um tipo de objeto em um número limitado de observações, concluimos características gerais daquela classe de objetos.

# Indução Aristotélica

- Intuitiva: são conclusões a que chegamos de forma intuitiva, a partir de observações.
  - Por exemplo, concluimos que a Lua reflete a luz do Sol e não tem luz própria observando que seu lado iluminado está sempre na direção do Sol.

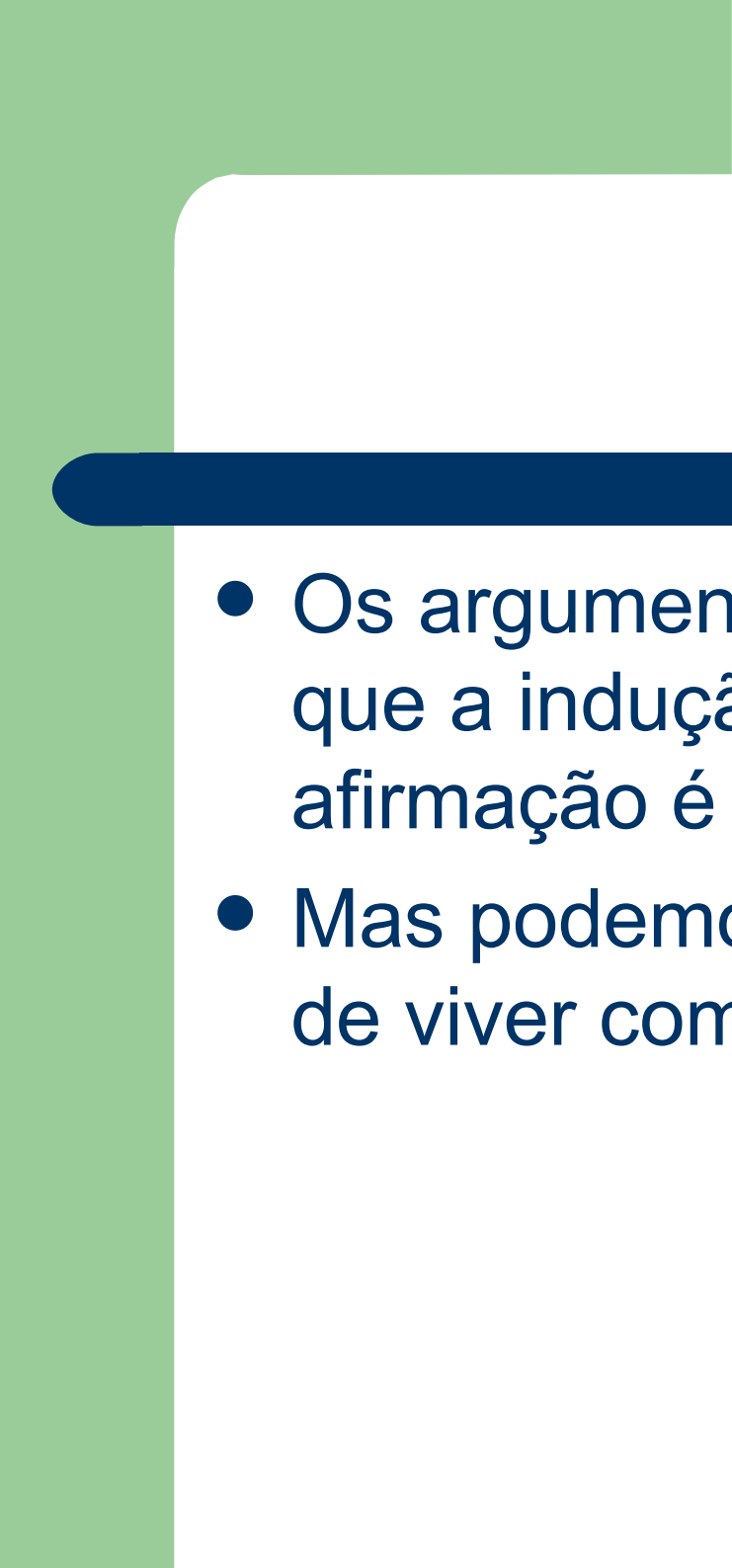
# Problema

- Posso confiar em argumentos indutivos como confio em argumentos dedutivos?

# Ceticismo

- Nenhum dos métodos apresentados por Aristóteles são infalíveis.
- É possível encontrar várias situações em que a conclusão a qual chegaríamos usando esses métodos estará errada.
- Um exemplo é a indução do peru (enumerativa). O vídeo da bruxa (início da aula) mostra um caso de indução dialética.



- 
- Os argumentos céticos tem razão ao indicar que a indução jamais prova que uma afirmação é verdade.
  - Mas podemos aceitar isso e procurar formas de viver com a incerteza inevitável.

# Desiderata

- Uma Lógica Indutiva deveria obedecer às seguintes desiderata (propriedades que desejamos que ela obedeça):
  - Os graus de plausibilidade devem ser representados por números reais.
  - Deve haver uma correspondência qualitativa com o bom senso (por exemplo, os silogismos fracos devem ser respeitados).
  - Deve ser consistente, ou seja, não devem existir caminhos diferentes que levem a respostas diferentes.

# Estatística Bayesiana

- Pode-se mostrar que, a menos de uma transformação que não nos interessa, o sistema que obedece às desiderata é representarmos as plausibilidades por probabilidades subjetivas que são alteradas, a partir de dados novos, pelas regras da Estatística Bayesiana.

# Algumas falácias da Lógica Dedutiva

- $A \rightarrow B$ : Todo homem é mortal.
- B: Totó é mortal  
**Não** significa que
- A: Totó é homem!

- Por outro lado, se

- $A \rightarrow B$ : Todo homem é mortal.
- Não A: Totó não é um homem  
Também **não** segue que
- Não B: Totó não é mortal

# Falácias ou Silogismos Fracos?

- Retomemos as falácias da Lógica dedutiva:
  - $A \rightarrow B$ : Todo homem é mortal.
  - B: X é mortal
  - **Vimos que isto não** significa que
  - A: X é homem,
- Mas, ao saber que X é mortal, aumenta a plausibilidade de que X seja um homem (a possibilidade é confirmada por um fato).

# Outro silogismo fraco

- Por outro lado, se
  - $A \rightarrow B$ : Todo homem é mortal.
  - Não A: Y não é um homem
- Aumenta, ainda que um pouco, a chance de que Y não seja mortal.

# Fazendo contas

- Como utilizar o raciocínio probabilístico (ainda que de forma simplificada) para raciocínios indutivos?
- O jeito mais simples é representar o problema através de uma árvore, onde os primeiros galhos representam diferentes explicações e os segundos as rpevisões que se obtém de cada explicação.

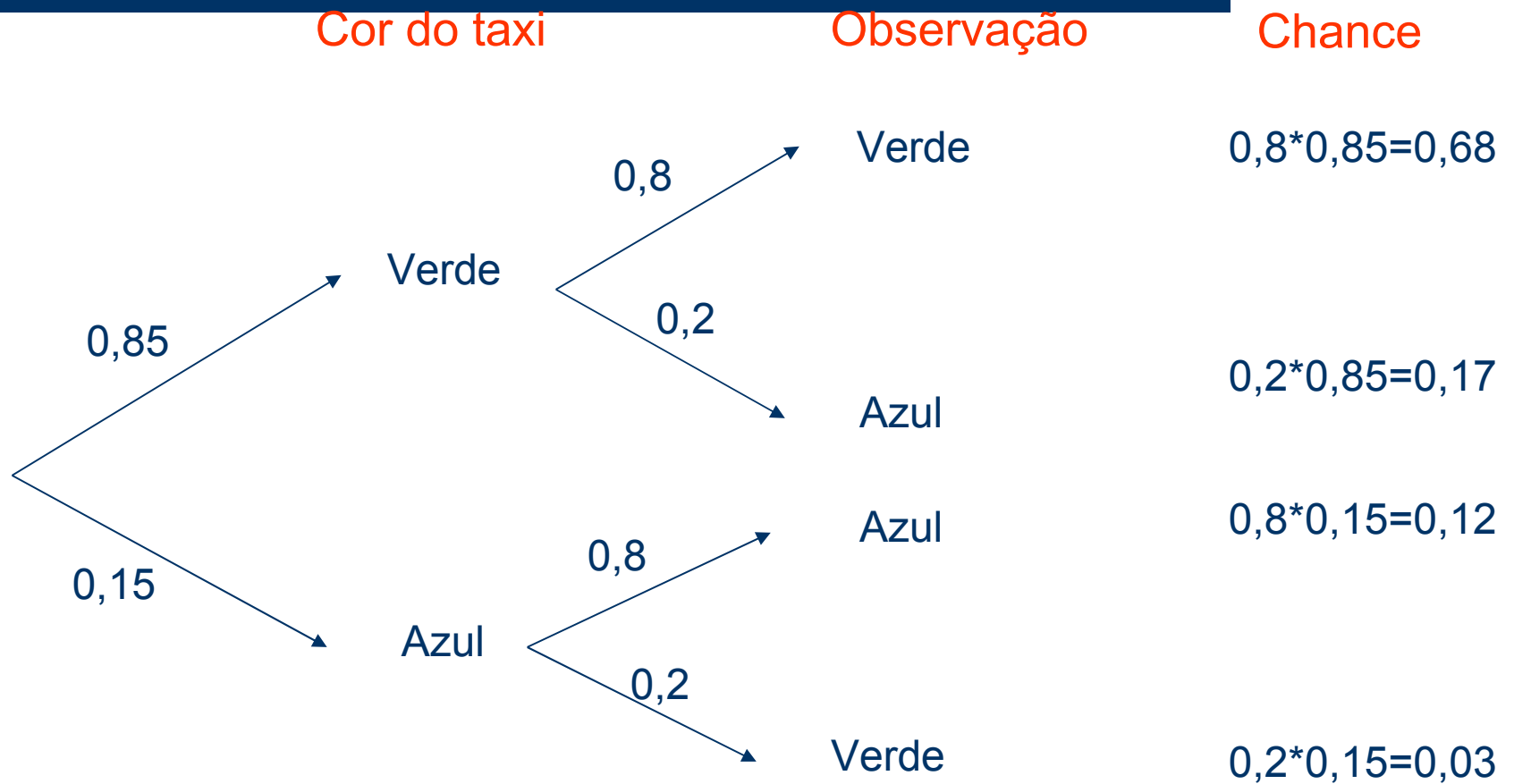
# Um exemplo

- Você está no juri em uma cidade onde existem duas companhias de táxi, a Táxis Verdes Ltda e a Táxis Azuis S.A. Táxis Verdes tem carros verdes e a Táxis Azuis tem carros azuis.
- O mercado é dominado pela Táxis Verdes, que tem 85% dos carros em circulação.
- Em uma noite com neblina, um táxi bateu em um carro e fugiu. Uma testemunha afirma que era um táxi azul.



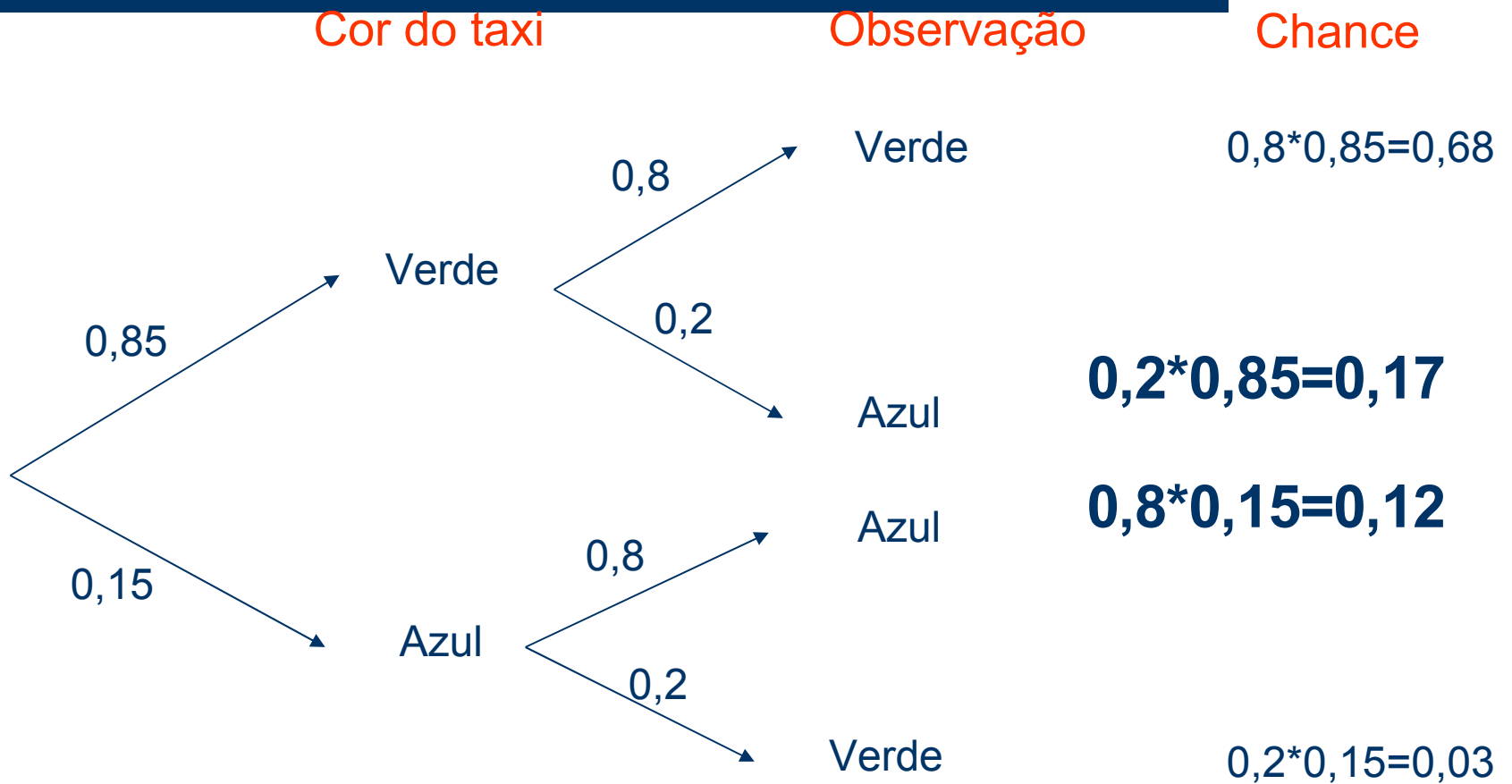
- A testemunha foi testada em condições similares às da noite do acidente e ela mostrou-se capaz de identificar a cor do carro corretamente 80% das vezes, tanto para carros azuis quanto verdes.
- Você conclui que a chance de o carro observado ser de fato azul é de quanto?

# Árvore



- A testemunha observou um táxi azul, portanto precisamos apenas das linhas que correspondem a esta observação.

# Árvore



- Ou seja, inicialmente, temos 17% de chance de que o táxi que irá bater seja verde e a testemunha o identifique como azul, e 12% de que seja realmente azul e a testemunha o identifique corretamente.
- Portanto a chance de ser azul corresponde a 12 em relação ao total de  $12+17=29$ , ou seja,  
$$0,12/(0,12+0,17) \approx 41\%$$
- Ou seja, a maior chance é que o táxi fosse verde e não azul!

# Falácias?

- $A \rightarrow B$ : Todo ser humano é bipede.
- B: X é um ser vivo bipede

Vimos que isto **não** significa que

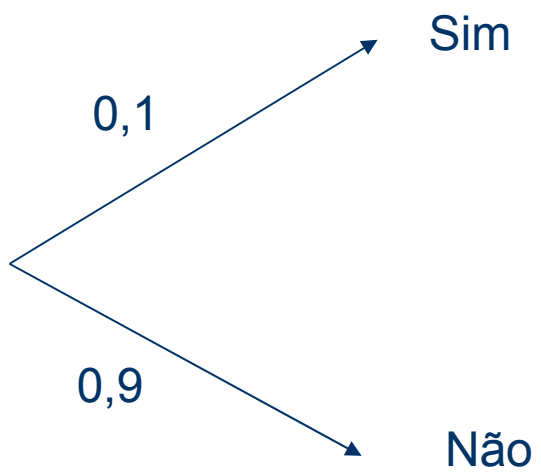
- A: X é um ser humano,
- Como concluir sobre a probabilidade de A?
  - Os primeiros galhos devem representar as possibilidades que estamos considerando, ou seja X é um ser humano ou não. Mas note que precisamos de chances iniciais para isso!

# Resolvendo

- Precisamos de uma estimativa de qual a chance, no experimento, de observarmos um ser humano. Digamos que, nas condições que o experimento foi planejado, um ser humano seria observado 10% das vezes.

# Árvore

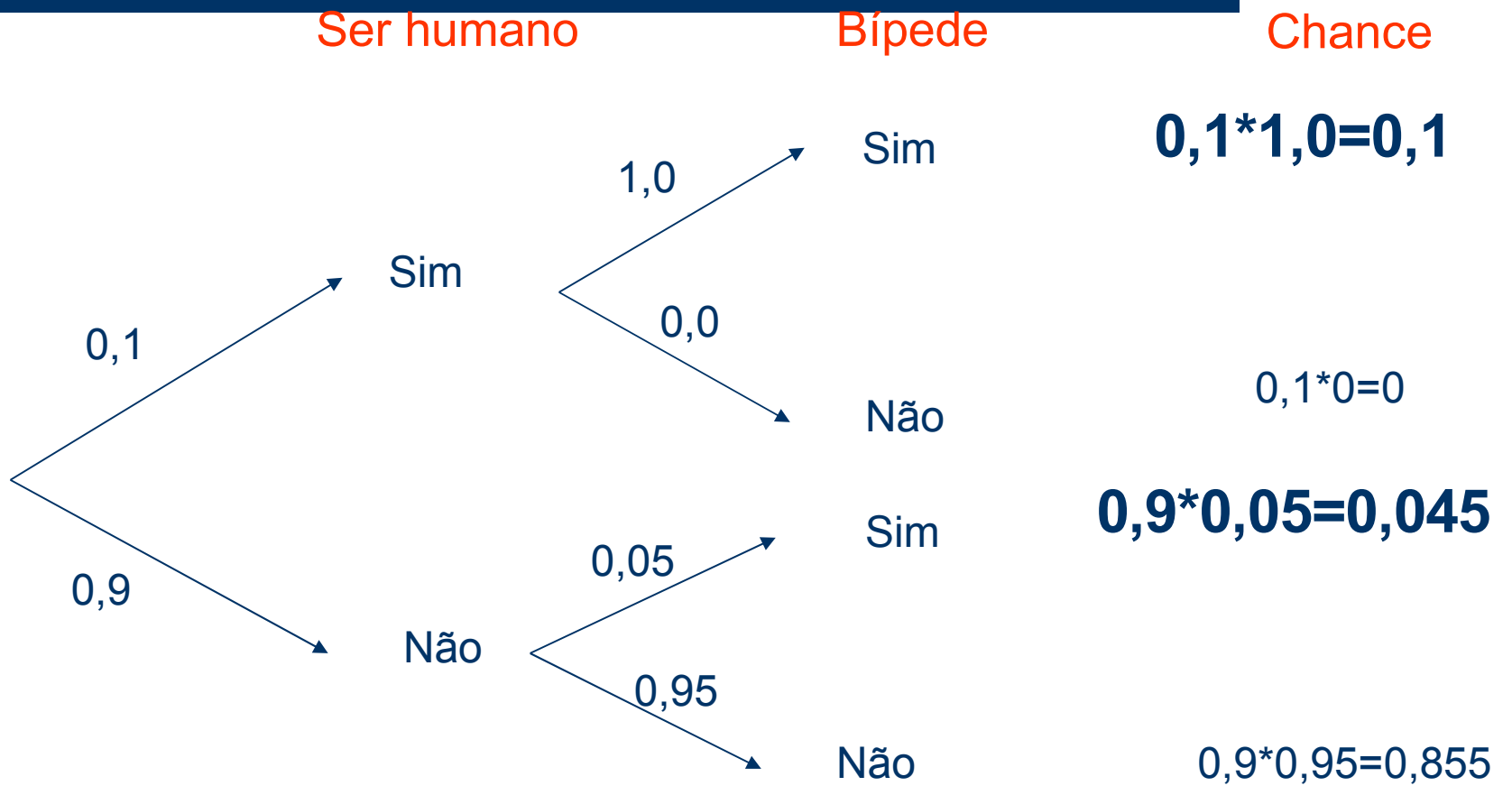
Ser humano





- Se é um ser humano, pelo enunciado, é sempre bípede. Isto responde a previsão para o caso em que é um ser humano.
- Se for outro ser vivo, precisamos de uma chance de ser bípede. Existem outros animais bípedes, mas eles são raros. Digamos então que a chance de ser bípede se não for um ser humano seria de 5%.

# Árvore



- Chance de ser humano e bípede: 0,1
- Chance de não ser humano e ser bípede: 0,045
- Chance final de ser humano:  
 $0,1/(0,1+0,045) \approx 70\%$

# Problemas

- O argumento depende fortemente dos números que escolhemos. Refaça o problema, alterando algumas das probabilidades.
- Nem sempre teremos como avaliar as probabilidades iniciais corretamente. Pode ser necessário verificar o que aconteceria com valores diferentes.

# Teorias

- Cada possibilidade é um modelo do que pode acontecer. No caso de modelos matemáticos, a probabilidade deve ser calculada (de forma dedutiva) para podermos utilizá-la em nossa dedução.
- Sem um modelo matemático, apenas podemos chutar números. A indução, neste caso, perde a capacidade de medir a plausibilidade de uma proposição.

# Diversão Filosófica

---

- Futebol
- Argumentos